Dr. H. G. BRONN'S
Klassen und Ordnungen
des
THIER-REICHS,
wissenschaftlich dargestellt
in Wort und Bild.

ERSTER BAND. PROTOZOA.

Von

Dr. O. Bütschli,
Professor der Zoologie in Heidelberg.

Mit einem Beitrag:

Palaeontologische Entwicklung der Rhizopoda von **C. Schwager.**

II. Abtheilung:

Mastigophora.

Mit Tafel XXXIX — LV und mehreren Holzschnitten.

Leipzig und **Heidelberg.**
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1883—87.

(1883 p. 617—784; 1884 p. 785—864; 1885 p. 865—1088; 1887 p. 1089—1097 [schon 1885 fertiggestellt]).

Inhalt.

	Pag.
C. Klasse **Mastigophora**	617
I. Ordnung **Flagellata**	620
1. Historische Entwicklung unserer Kenntnisse	620
2. Literatur	650
3. Allgemeine Morphologie und Untergruppen	658
4. Gestaltungsverhältnisse und Morphologie der Geisseln	659
5. Feinerer Bau des Weichkörpers	671
A Protoplasma	671
B. Geisseln	672
C. Undulirende Membranen	674
D. Cuticula und Schalen	676
1. Cuticula	677
2. Stiele und Gehäuse	681
E. Einrichtungen zur Nahrungsaufnahme und Defäcation	694
a. Ohne wirklichen Mund und Schlund	694
b. Mund- und Schlundbildungen	699
c. Defäcation. Vermeintlicher Darm	705
F. Inhaltskörper mit Ausnahme der Nuclei	707
a. Nahrungsvacuole und nichtcontractile Vacuolen	707
b. Contractile Vacuolen	708
c. Chromatophoren	716
d Pyrenoide und Amylum	722
Paramylum	727
e. Rothes Pigment	730
f Stigmata	734
g. Trichocysten	737
h. Verschiedenartige Einschlüsse	739
1. Fett	739
2. Excretkörnchen	739
G. Nuclei	740
6. Fortpflanzung	744
a. Theilung im beweglichen Zustand	745
1. Einfache Zweitheilung und feinere Vorgänge überhaupt	745
2. Fortgesetzte Zweitheilung mit Zerstreuung der Sprösslinge	754
b. Vermehrung im Ruhezustand	757
c. Familien- und Koloniebildung	766
d. Copulationserscheinungen	778
e. Dauerzustände ohne Mitwirkung der Copulation	794
7. System der Flagellata	799
A. Historisches	799
B. Verwandtschaftliche Beziehungen der Flagellata	803
C. Darstellung des Systems bis zu den Gattungen	810

	Pag.
8. Physiologisch-Biologisches	846
A. Bewegungserscheinungen	846
1. Contractionen (Metabolie)	846
2. Durch Geisseln	849
3. Protoplasmaströmungen	858
B. Verhalten gegen Wärme, Licht etc.	859
1. Gegen Wärme	859
2. Gegen Licht (Phototaxie)	861
3. Einfluss der Schwere	864
4. Einfluss chemischer Reize auf die Bewegungsrichtung (Chemotaxie)	865
C. Wohnorts- und Ernährungsverhältnisse	865
D. Absonderung riechender Stoffe	870
E. Geographische Verbreitung	871
F. Parasiten der Flagellaten	872
II. Ordnung **Choanoflagellata**	877
1. Historische Entwicklung unserer Kenntnisse	877
2. Allgemeine Schilderung	880
Gestaltsverhältnisse	880
Kragen und Geissel	881
Function derselben	885
Plasma	887
Contractile Vacuolen	888
Stiele und Gehäuse	889
Fortpflanzung und Encystirung	895
Theilung	895
Copulation und Encystirung	899
3. System	901
III. Ordnung **Dinoflagellata**	906
1. Historische Entwicklung unserer Kenntnisse	906
2. Literatur	915
3. Allgemeine Morphologie und Untergruppen	917
4. Gestaltsverhältnisse, Anordnung der Geisseln und Morphologie der Schale	919
5. Chemische Natur und feinere Structur der Schale	946
6. Specielle Morphologie und Physiologie der Geisseln und die Bewegung	956
7. Bau des übrigen Weichkörpers	963
A. Plasma	963
B. Inhaltskörper	965
a. Chromatophoren	965
b. Amylum	968
c. Fett, rothes Pigment und Stigmata	968
d. Nesselkapseln	970
e. Vacuolen	971
f. Nuclei	974
8. Fortpflanzung	978
A. Theilung im beweglichen Zustand	981
B. Theilung im Ruhezustand und Encystirung überhaupt	984
C. Unvollständige Theilung	992
9. Copulation und Conjugation	993
10. Kettenbildung	995
11. System	997

Pag.
A. Historisches 997
B. Verwandtschaftliche Beziehungen 999
C. Darstellung des Systems bis zu den Gattungen 1001
D. Bemerkungen über Phylogenese in der Abtheilung . . 1012
12. Physiologisch-Biologisches 1016
A. Ernährungsverhältnisse 1016
B. Häutungserscheinungen 1018
C. Verhalten zu Licht und Lichtproduction 1021
D. Wohnortsverhältnisse 1022
E. Parasiten der Dinoflagellaten 1025
13. Vorkommen im fossilen Zustand 1028
IV. Ordnung **Cystoflagellata** 1030
1. Historische Entwicklung unserer Kenntnisse 1030
2. Literatur 1038
3. Allgemeine Schilderung des Baues 1040
A. Grösse und Gestalt 1040
B. Einzelne Bestandtheile 1043
1. Membran 1043
2. Anordnung und Structur des Plasmas 1045
3. Plasmafärbung 1051
4. Einschlüsse 1052
5. Nucleus 1053
6. Peristom und seine Organe 1055
4. Fortpflanzung 1063
A. Theilung 1063
B. Knospung und Copulation 1067
5. Systematisches und Verwandtschaftsbeziehungen 1079
6. Biologisch-Physiologisches 1084
A. Vorkommen und Lebensverhältnisse 1084
B. Ernährungsverhältnisse 1085
C. Contraction und Schwimmen 1085
D. Lebenszähigkeit, Einfluss verschiedener Agentien . . 1087
E. Leuchten 1088
F. Regeneration und künstliche Theilung 1095
G. Parasiten der Cystoflagellaten 1097

C. Abtheilung (Klasse, Subphylum)

Mastigophora.

Die hochinteressante Klasse, welche wir hier unter dem Diesing'schen Namen Mastigophoren aufführen, begreift diejenigen Protozoënformen, welche während der beweglichen Periode ihres Lebens mit einer oder mehreren sogen. Geisseln (Flagella) ausgerüstet sind, die ebensowohl zur Bewegung (wenn auch nicht selten noch durch anderweitige Bewegungsvorgänge unterstützt), wie zur Nahrungsaufnahme beitragen, wenn nämlich eine Aufnahme fester Nahrungskörper in thierischer Weise überhaupt stattfindet. Um jedoch unsere Abtheilung einigermaassen von ähnlichen einzelligen Formen, wie sie uns schon bei der Fortpflanzung der Sarkodinen als Schwärmsprösslinge begegneten, wie andrerseits von den in der Fortpflanzungsgeschichte zahlreicher niederer pflanzlicher Organismen auftretenden sogen. Schwärm- oder Zoosporen zu unterscheiden, müssen wir der oben gegebenen Charakteristik noch Folgendes zufügen.

Der durch Geisseln ausgezeichnete bewegliche Zustand bildet die Hauptepoche im Leben der hierherzurechnenden Organismen. Die Hauptepoche, welche sich nicht allein durch eine relativ ansehnliche Dauer als solche kennzeichnet, sondern auch namentlich noch dadurch, dass während ihres Verlaufes (wenn auch nicht immer ausschliesslich) die Haupternährungs- und Wachsthumsthätigkeit des Organismus stattfindet.

Trotz der eben gegebenen Verschärfung der Charakteristik, wird es nicht immer möglich sein, eine scharfe Grenze zwischen unsrer Abtheilung und gewissen einfacheren Sarkodinen einerseits, sowie gewissen einfacheren pflanzlichen Organismen, speciell der Ordnung der Protococcoidea der Algen, sowie den Myxomyceten und den Chytridieen zu ziehen.

Diese Erscheinung kann uns jedoch wohl vor der Errichtung unsrer Klasse nicht zurückschrecken, denn ihr Grund liegt sicherlich darin, dass alle erwähnten Abtheilungen einem gemeinsamen Ursprung entsprossen sind, einem Ursprung, den wir uns wohl am ehesten von Formen gebildet denken müssen, welche eine gewisse Mittelstufe zwischen den ein-

fachsten Sarkodinen und den einfachsten Mastigophoren einnahmen. Wir werden später noch genauer zu erörtern haben, dass auch jetzt noch eine Anzahl Formen existiren, deren Bau den Anforderungen solcher Ausgangstypen im Wesentlichen genügt.

Die Ernährungsweise unserer Mastigophoren ist wesentlich mannigfaltiger, als wir dies in früheren Gruppen trafen. Während ein Theil sich in entschiedenst thierischer Weise durch Aufnahme geformter organischer Körper ernährt, bezieht ein weiterer Theil seine Nahrung sicher in pflanzlicher Weise, indem gleichzeitig mit dem Mangel der Aufnahme fester Nahrung alle Bedingungen erfüllt scheinen, um eine Assimilation in pflanzlicher Weise zu garantiren.

Auf diese Erscheinung, sowie auf die schon betonten, auch in morphologischer und entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht nahen Beziehungen letzterwähnter Mastigophorenformen zu einzelligen Algen gestützt, hat die Botanik schon seit längerer Zeit eine nicht unbeträchtliche Anzahl derselben zu den Algen gezogen und von ihrem Standpunkt aus gewiss mit völliger Berechtigung. Indem wir diese Beziehungen zahlreicher Mastigophoren zu den Pflanzen vollständig anerkennen, halten wir es dennoch für angezeigt, dieselben nicht von unserer Betrachtung der Protozoën, der thierischen einzelligen Organismen, auszuschliessen, denn es sind Formen, welche sowohl für den Botaniker wie den Zoologen ein hervorragendes Interesse besitzen und die Abtheilung der Mastigophoren ist jedenfalls diejenige, in welcher sich die thierischen und pflanzlichen Organismen am innigsten berühren, und von welcher höchst wahrscheinlich die höher entwickelten Formen beider Reiche uranfänglich ihren Ausgang genommen haben.

Die Fortpflanzungserscheinungen der Mastigophoren sind von der allergrössten Bedeutung. — Neben Vermehrung durch einfache Theilung während der beweglichen Epoche des Lebens, begegnen wir, äusserst verbreitet, der Theilung im ruhenden Zustand unter dem Schutze einer Cystenhülle und zwar einer Theilung, die bald nur zur Erzeugung weniger, bald sehr zahlreicher Sprösslinge führt, ja nach gewissen Angaben zur Bildung einer Unzahl kleinster Keime Veranlassung geben soll. Von hervorragender Wichtigkeit ist, dass dem letzterwähnten Fortpflanzungsact durch Encystirung häufig, jedoch keineswegs immer, ein Copulationsprocess vorangeht, eine Erscheinung, welche in unserer Gruppe wahrscheinlich eine ebenso bedeutungsvolle Rolle spielt, wie in der der Sporozoa. Diese Copulationserscheinungen der Mastigophoren erlangen jedoch eine erhöhte Wichtigkeit, da sie bei nicht wenigen Formen nachweislich zwischen gewissen, sich durch besondre Merkmale auszeichnenden Generationen stattfinden. Weiterhin aber noch dadurch, dass bei einigen eine morphologische Differenzirung der copulirenden Individuen eingetreten ist, wodurch dieselben sicher als männliche und weibliche, nach Analogie mit den Fortpflanzungskörpern der mehrzelligen Thiere und Pflanzen zu unterscheiden sind. Ein kleiner Schritt weiter führt uns schliesslich bei koloniebildenden Formen zu einer Fortpflanzung, welche in jeder Hinsicht der geschlechtlichen Fortpflanzung der höheren Thiere und Pflanzen entspricht, indem diese Kolonien nicht nur eine Differenzirung der Copulationsindividuen, in männliche und weibliche aufweisen, sondern auch die gewöhnlichen Zellenindividuen der Kolonien eine Differenzirung dahin erfahren haben,

dass nur gewisse derselben die Copulationsindividuen zu erzeugen fähig sind. Eine strenge Kritik kann derartigen Organismen (Volvox) eigentlich nicht mehr die Natur kolonialer Verbände zugestehen, sondern muss sie als einheitliche, einfachste mehrzellige Organismen betrachten.

Die Mastigophoren lassen sich ziemlich natürlich in 4 Unterabtheilungen oder Ordnungen sondern, nämlich:

I. Ordn. **Flagellata.**

Umfasst diejenigen Formen, welche während ihres thätigen Lebens ausschliesslich mit Geisseln ausgerüstet sind und neben diesen weder Cilien noch einen sogen. Kragen besitzen*). Diese Gruppe ist die grösste und mannigfaltigste.

II. Ordn. **Choanoflagellata.**

Besitzen neben einer einfachen Geissel noch einen deren Basis trichterförmig umscheidenden protoplasmatischen Kragen, ähnlich den sogen. Entodermzellen der Spongien.

III. Ordn. **Cystoflagellata.**

Sind charakterisirt einerseits durch die eigenthümliche Beschaffenheit ihres Plasmaleibes, der abweichend von dem der 3 übrigen Abtheilungen die netzförmige Structur des Pflanzenzellenplasmas etwa darbietet. Andrerseits durch besondre Gestaltsverhältnisse und wahrscheinlich auch Fortpflanzungserscheinungen.

IV. Ordn. **Cilioflagellata.**

Umfassen diejenigen Geisselträger, welche neben einer Geissel noch Cilien aufweisen.

Die Cilioflagellaten bilden, wie wir später sehen werden, eine sehr einheitliche und wohlumschriebene Gruppe; auch wenn sich die neuestens von Klebs (214) gemachte Angabe bestätigen sollte, dass die von sämmtlichen früheren Forschern gesehenen Cilien eigentlich auf eine besonders gelagerte Geissel zurückzuführen seien. Doch sind gelegentlich noch einige mit Cilien versehene Geisselträger beschrieben worden, die sich den eigentlichen Cilioflagellaten nur unter Beraubung ihres einheitlichen Charakters zuordnen liessen, wir werden es daher vorziehen, diese unsicheren Formen einstweilen bei den Flagellaten aufzuführen.

---

*) Wir werden später sehen, dass sich in seltnen Fällen, welche wir von den eigentlichen Flagellaten zu sondern nicht berechtigt sind, wahrscheinlich noch Cilien finden können.

---

*

I. Unterabtheilung (Ordnung) **Flagellata.**

1. Uebersicht der historischen Entwicklung unserer Kenntnisse der Flagellata.

Die erste mit grosser Wahrscheinlichkeit auf ein hierhergehöriges Wesen zu beziehende Mittheilung stammt aus dem Jahre 1696, und rührt von dem englischen Beobachter Harris her (1). Derselbe fand an der Oberfläche einer Wasserpfütze zahlreiche grüne Thierchen, deren Bewegungen er beschrieb. Hieraus und aus den übrigen Angaben lässt sich mit ziemlicher Sicherheit entnehmen, dass er eine Euglena beobachtete. Im Hinblick auf das Alter dieser Beobachtung erscheint es nicht ohne Interesse, dass schon Harris die grünen Körner seiner Animalcula als Eier betrachtete, eine Anschauung, welche bekanntlich später Ehrenberg zu der seinigen machte und lange Zeit vertheidigte. Wahrscheinlich beobachtete jedoch Harris gleichzeitig auch einen Chlamydomonas oder Haematococcus, obgleich dies aus seiner Mittheilung weniger sicher hervorgeht.

Wenn wir hier des berühmten Altmeisters der Mikroskopie, des Holländers Leeuwenhoek, nicht an erster Stelle gedachten, so mag dies weniger als Beweis dafür erachtet werden, dass er erst nach Harris Repräsentanten unsrer Gruppe sah, sondern dem Umstand zuzuschreiben sein, dass er erst später gewisse Formen so eingehend charakterisirte, dass sie jetzt noch deutbar sind.

Leeuwenhoek erwähnte, soviel mir bekannt wurde, in seinen zahlreichen Schriften drei sicher deutbare Flagellaten. Im Jahre 1698 (2) beobachtete er zuerst Volvox, welchen er schon trefflich studirte, seine Fortpflanzung ermittelte, ja schon die Keime der Volvoxkugeln dritter Generation in der noch in ihren Mutterthieren eingeschlossnen zweiten Generation erkannte. Auch die Zellen der Volvoxkugel unterschied er als grüne Wärzchen schon deutlich und berechnete ihre Zahl auf etwa 2000. In Berücksichtigung der Fortpflanzungsweise entschied er sich für die pflanzliche Natur des Organismus. Im Jahre 1701 machte er weiter höchst bemerkenswerthe Untersuchungen über grüne bis rothe Thierchen, welche sich in der Dachrinne seines Hauses eingestellt hatten. Bei Be-

rücksichtigung der gesammten Beschreibung und gewisser gleich zu berührender Punkte aus der Lebensgeschichte dieser Wesen ergiebt sich mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit der Schluss, dass dieselben auf Haematococcus lacustris zu beziehen sind. Ja, es lassen sich gewisse Angaben der Mittheilung kaum anders als durch die Annahme deuten, dass Leeuwenhoek nicht nur die pseudopodienartigen Fortsätze, welche den Plasmakörper dieser Flagellate häufig strahlenförmig mit der weitabstehenden Schalenhülle verbinden, schon gesehen, sondern zuweilen auch eine Andeutung der beiden Geisseln beobachtet habe.

An diesen Organismen machte Leeuwenhoek nun die sehr bedeutsame Beobachtung, dass sie nach der Eintrocknung lange Zeit (bis 5 Monate) lebenskräftig bleiben und bei Uebergiessen mit gekochtem (!) Regenwasser von neuem auflebten.

Letztere wichtige Beobachtung, welche der Deutung der beobachteten Thierchen als Haematococcus einen hohen Grad von Sicherheit verleiht, gab ihm Anlass, sich energisch gegen die Lehre der generatio aequivoca der mikroskopischen Thierchen auszusprechen und ihre Verbreitung in einer Weise zu erklären, deren Richtigkeit die neuere Forschung nur zu bestätigen vermochte.

Die dritte Flagellate, welche wir schon durch Leeuwenhoek kennen lernten, ist eine sehr verbreitete Form der Infusionen, welche jetzt als Polytoma uvella Ehrb. bezeichnet wird. Auch dieser begegnete L. in dem Wasser seines Bleidaches. Die von ihm angegebne Grösse stimmt sehr gut mit der später genauer gemessenen überein. Wir dürfen aber diese Form namentlich deswegen mit grosser Sicherheit auf Polytoma beziehen, da Leeuwenhoek schon eine Darstellung ihrer Fortpflanzung gab. Er sah nämlich, dass die Wesen sich nach 30—36 Stunden an den Glaswänden festsetzten und bewegungslos wurden, worauf aus jedem Mutterthierchen 8 Junge hervorgingen. Diese Deutung wird noch unterstützt durch seine Angabe, dass die umherschwimmenden Thierchen 4 Kügelchen enthielten, was sich sonder Zweifel auf die Viertheilungszustände bezieht. Ehrenberg (32) bezog die letzterwähnte Beobachtung sicher irrthümlich auf Chlamydomonas und die über Haematococcus ebenso irrthümlich auf Euglena.

Auch unter den von Leeuwenhoek in den Därmen verschiedener Thiere beobachteten mikroskopischen Wesen, mögen sich schon parasitische Flagellaten befunden haben, da solche in den untersuchten Thieren später z. Th. häufig beobachtet wurden. Doch ist darunter keine Form, welche sich mit Sicherheit auf eine der jetzt schärfer erkannten zurückführen liesse.

Im Allgemeinen waren die Fortschritte der Flagellatenkunde von Leeuwenhoek bis zu den epochemachenden Untersuchungen O. F. Müller's über die Infusorienwelt sehr gering. Doch ragen aus der Zahl der wenig bedeutenden Arbeiten einige hervor, welche gewisse wichtige, wenn auch zur damaligen Zeit nicht in ihrer wahren Bedeutung gewürdigte, Ergebnisse darboten.

Namentlich der von Leeuwenhoek entdeckte und 1758 von Linné als Volvox globator bezeichnete Organismus erregte die Theilnahme zahlreicher Beobachter. Unter diesen dürfte jedoch allein H. Baker (3), der erste Wiederentdecker des Volvox, eine wichtige neue Erfahrung dem schon seit Leeuwenhoek Bekannten hinzugefügt haben, indem er 1752 die Geisseln sicher beobachtete und ihre Bedeutung als Bewegungsorgane ermittelte. Ihm schien daher auch die thierische Natur des Volvox nicht zweifelhaft. Erst durch Ehrenberg fand diese Baker'sche Entdeckung ihre Bestätigung.

Zahlreiche andere Beobachter unsres Organismus, so Rösel (1755), de Geer (1761), Göze (1773), O. F. Müller (1773 und später 1786), Schrank (1776 und später 1803), Spallanzani (1777), Eichhorn (1781) fanden kaum etwas Neues; es waren hauptsächlich die eigenthümlichen Fortpflanzungsverhältnisse, welche diese Beobachter anzogen und die gelegentlich für die seltsame Einschachtelungslehre Bonnet's und Haller's verwerthet wurden.

Noch mancherlei Flagellaten, hauptsächlich solche der Infusionen, waren jedoch theils von den obengenannten Beobachtern, theils von andern, so Joblot (1754), Ledermüller (1763), Wrisberg (1765) und Gleichen (1778) beobachtet worden; doch lässt sich im Allgemeinen aus deren Untersuchungen nicht mehr wie die Ueberzeugung gewinnen, dass sie hierhergehörige Wesen gesehen haben. Nur Wrisberg (5) hat vielleicht bei einem derselben etwas von den Geisseln gesehen und der hervorragende Forscher Spallanzani (9) studirte die schon von Leeuwenhoek ermittelte Fortpflanzung der Polytoma uvella genauer. Er verfolgte diese Form in der Zwei-, Vier- und Mehrtheilung und sah schliesslich die Theilproducte sich trennen. Auch gelang es ihm, einzelne Individuen zu isoliren und ihre Weiterentwicklung zu verfolgen, ein Unternehmen, das erst in neuester Zeit wieder bei so kleinen Wesen gewagt wurde. Es scheint möglich, dass er auch noch eine andre Flagellate in ihrer Fortpflanzung verfolgte, und dabei einen Sporulationsprocess mit Erzeugung sehr zahlreicher junger Brut ermittelte, doch lässt sich letztere Beobachtung nicht so sicher deuten wie die über Polytoma.

Wie bekannt, verdanken wir dem berühmten Dänen Otto Friedrich Müller den ersten umfassenden Versuch einer Gesammtdarstellung der mikroskopischen Thierwelt — die kühne Unternehmung, diese Welt, welche bei Linné sehr wenig Berücksichtigung gefunden hatte, im Geiste des Letzteren systematisch zu präcisiren.

In dem 1773 erschienenen 1. Band der Historia vermium werden nur wenige heutzutage noch sicher zu ermittelnde Flagellaten beschrieben, etwas grösser dagegen ist deren Zahl in dem 1786 erschienenen Hauptwerk „Animalcula infusoria". Schon 1773 beschrieb Müller eine zweite Form der Volvocineen, das Gonium pectorale, dem er 1782 (?) eine besondere Abhandlung widmete, worin schon die Fortpflanzung sehr gut dargestellt wurde. Auch Göze (7) und Schrank (8) trugen zur Kenntniss

dieser Form durch eigene Untersuchungen bei, der erstgenannte suchte namentlich schon die koloniale Natur im Gegensatz zu Müller, der es als einheitliches Thier betrachtete, zu vertheidigen.

In Müller's Hauptwerk von 1786 finde ich, abgesehen von den fast durchaus zweifelhaften zahlreichen Monaden, etwa 15 einigermaassen sicher deutbare Flagellaten, darunter die heutigen Genera Polytoma, Volvox, Pandorina und Eudorina (nicht unterschieden), Gonium, ?Synura, Euglena, Phacus, Chilo- oder Cryptomonas, Anthophysa, Petalomonas, Astasia (Stein) und ?Treponomonas. Ausserdem beschreibt er jedoch noch zahlreiche Formen, die wohl zu den Flagellaten gehören können, jedoch nicht wiedererkennbar sind. Seine Ermittlungen über die Organisation dieser Wesen sind im Ganzen gering. In keinem einzigen Falle lässt sich mit Sicherheit nachweisen, dass er die Geisseln gesehen habe und ebensowenig den Kern und die contractilen Vacuolen. Dagegen sah er das rothe Stigma gewisser Formen und bei Phacus schon den Paramylonkörper. Vermehrung durch Theilung will er hier und da beobachtet haben, doch lässt sich kein sicherer Fall derselben aus den Abbildungen constatiren.

Das System, in welchem diese Formen im Werk von 1786 untergebracht sind, dürfte selbst für die damalige Zeit zu schwach sein; doch lässt sich nicht wohl entscheiden, was hierbei Müller's Antheil und was der seines Herausgebers Fabricius ist, da das Hauptwerk bekanntlich erst nach Müller's Tode an die Oeffentlichkeit gelangte.

Zwischen Müller's Werk und den mit dem Jahre 1830 beginnenden ausgedehnten Forschungen Ehrenberg's erschienen kaum Untersuchungen von einigem Belang. Nur die gute Darstellung, welche Turpin im Jahre 1828 (15) von dem Bau des Gonium pectorale gab, möge hier noch Erwähnung finden*). Obgleich er zuerst eine Verbindung zwischen den 16 Kügelchen des Gonium auffand, bezeichnete er dasselbe doch schon treffend als eine zusammengesetzte Individualität, ganz im Sinne der heutigen Vorstellungen über Kolonien oder Synobien.

Indem wir jetzt zu einer kurzen Darstellung der Untersuchungen Ehrenberg's übergehen, müssen wir zunächst hervorheben, dass die allgemeinen Vorstellungen, welche dieser für die Protozoënwelt epochemachende Forscher über die Organisation der Flagellaten entwickelte, so innig mit seinen Ansichten über den Bau der ciliaten Infusorien zusammenhängen, dass es für ein tieferes Verständniss seines Standpunktes nöthig wäre, auch diese Abtheilung gleichzeitig in Betracht zu ziehen. Dennoch wollen wir es hier versuchen, seine Flagellatenkenntniss möglichst für sich zu schildern.

*) Der Vollständigkeit wegen erwähnen wir hier, dass Girod de Chantrans 1797 und 1802 (13) den Haematococcus lacustris unter dem Namen Volvox lacustris beschrieb und auch die schon Leeuwenhoek bekannte Wiederbelebung nach vierjährigem Ausgetrocknetsein constatirte. Girod scheint die pflanzlichen Beziehungen dieses Organismus hauptsächlich betont zu haben.

Wenn man seine verschiedenen, seit dem Jahre 1830 erschienenen Abhandlungen durchgeht, so erhellt, wie er sich allmählich in dem Verständniss unsrer Wesen vervollkommnete. Wir wissen, dass die früheren Beobachter so zu sagen nichts von den Bewegungsorganen derselben kannten. Ehrenberg erwarb sich zuerst allmählich recht ausgebreitete Kenntnisse derselben, wenn sich auch nicht leugnen lässt, dass er namentlich die Verhältnisse bei den kleineren Formen vielfach unsicher lassen musste und auch in seiner allgemeinen Vorstellung von der Natur der Geisseln eine gewisse Unsicherheit verrieth. Schon im Jahre 1828 wollte er etwas von Wimpern bei einer Monade gesehen haben und im Jahre 1830 (18) schrieb er den Monaden einen Kranz von 10—20 Wimpern um den Mund zu, so dass er es damals auch nicht für unwahrscheinlich hielt, dass die Gattung Monas nur Jugendformen der Ciliaten umschliesse. Auch 1838 (32) wurde er noch nicht ganz klar über die Bewegungsorgane zahlreicher sogen. Monaden, wenn er auch die stete Existenz einer einfachen Geissel für das wahrscheinlichste hielt. Im Jahre 1831 (19) schilderte er die Bewimperung von Volvox und Eudorina, jedoch finden wir hier diese beiden Gattungen noch unter den behaarten Polygastrica, d. h. wegen ihrer Oberflächenbewimperung mit den Ciliaten vereinigt. Die heutige Auffassung des Volvox und seiner Verwandten als kolonialer Verbände erkannte Ehrenberg erst 1833 (20) richtig, worauf er denn auch die Wimpern dieser Formen als „Rüssel" bezeichnete, da er die Geisseln der Flagellaten überhaupt mit diesem Namen belegte, ohne damit auch die Vorstellung eines nahrungsaufnehmenden Organs zu verbinden; ja 1835 (21) erklärt er sogar direct: „Wimpern seien viele Rüssel"; es ist daher jedenfalls unrichtig, wenn, wie dies seit Dujardin vielfach geschehen, Ehrenberg ein schwerer Vorwurf wegen dieser Bezeichnung der Geisseln gemacht wurde.

Im Jahre 1833 finden wir denn auch zum ersten Mal eine gute Darstellung der einfachen Geissel einiger Arten von Trachelomonas. Zwei Jahre später (21) hatte Ehrenberg in der Erkenntniss der Geisseln wesentliche Fortschritte gemacht, wir finden sie jetzt gut dargestellt bei Euglenen, Chlorogonium, Coelomonas, Monas und Cryptomonas, während im Jahre 1831 den Euglenen noch einige kurze Wimpern am Munde zugetheilt worden waren.

Die Schilderung, welche Ehrenberg in seinem grossen Werk (1838, Nr. 32) von den Geisseln der Flagellaten entwirft, ist zwar, wie nur zu natürlich, in zahlreichen Fällen unzureichend, jedoch liess sich aus ihr schon ein allgemeiner Ueberblick über die Mannigfaltigkeit dieser Einrichtungen in dieser Abtheilung gewinnen. Dabei darf jedoch nicht ganz übersehen werden, dass Dujardin schon seit 1835 durch seine Untersuchungen zum richtigen Verständniss der Bewegungsorgane der Flagellaten sehr wesentlich beigetragen hatte.

Einen weitern sehr wichtigen Punkt in der Lebensgeschichte der Flagellaten konnte Ehrenberg gleichfalls zuerst feststellen, die Thatsache

nämlich, dass eine ganze Anzahl hierhergehöriger Organismen feste Nahrung aufnimmt. Schon im Jahre 1830 (18) gelang es ihm, Monaden künstlich zu füttern und in seinem Hauptwerk konnte er diese Erfahrung auch noch für eine Reihe weiterer Formen bestätigen. Auch beobachtete er bei einigen Formen schon anderweitige verschluckte Nahrung im Körperinnern. Auf Grund dieser Befunde konnte E. dann nicht zweifeln, dass den Flagellaten im Allgemeinen ein Mund eigenthümlich sei und bei einer ganzen Anzahl Formen stellte er auch die Lage dieser Mundstelle an der Basis der Geisseln richtig dar. Im Zusammenhange mit seiner bekannten Auffassung von dem Bau des Ernährungsapparates der Protozoën konnte sich Ehrenberg jedoch mit diesen Nachweisen über Mundstelle und Nahrungsaufnahme nicht begnügen, sondern er baute darauf seine Ansicht über die Existenz eines Darmapparats, der bei unsern Flagellaten und zahlreichen mit ihnen nicht zusammengehörigen, einzelligen thierischen und pflanzlichen Organismen eine übereinstimmende Beschaffenheit besitzen sollte, welche deren Zusammenfassung zu einer grossen Abtheilung der Anentera (im Gegensatz zu seinen Enterodela) rechtfertigte. Bei jenen Anentera sollten nämlich die als Magen gedeuteten Vacuolen verschiedener Art*) direct mit dem Mund, ohne Vermittlung eines Darmes zusammenhängen, auch sollte diesen Formen ein After durchaus fehlen. Es bedarf hier keiner besondern Erwähnung, dass es Ehrenberg unter den Flagellaten nur in wenigen Fällen gelang, seine Vorstellung von dem anenterischen Bau des Darmapparats einigermaassen durch thatsächliche Wahrnehmungen zu belegen; die Thatsache der Nahrungsaufnahme selbst war ja nur für eine beschränkte Anzahl sichergestellt.

Im Jahre 1835 eröffnete sich unserm Forscher zuerst das Verständniss für die Verschiedenheit der sogen. contractilen Blasen oder Vacuolen von den Magenblasen oder -zellen und er constatirte denn auch gleichzeitig ihr Vorkommen bei einer Anzahl Flagellaten (so will er sie beobachtet haben bei seinen Astasiaeen, Cryptomonadinen, Cyclidinen und Volvocinen); auf den Abbildungen sind sie jedoch nur bei Monas vivipara, Phacus und Coelomonas dargestellt. Im Jahre 1838 wurden diese Beobachtungen im Ganzen wenig vermehrt und sicher ist, dass E. mehrfach Irrthümer hinsichtlich der Lage der contractilen Vacuole, resp. der als solcher gedeuteten helleren Stelle beging. Wie bekannt, war jedoch die Vorstellung, welche E. von der Bedeutung der contractilen Vacuolen sich gebildet hatte, eine durchweg irrige, indem er sie als erweiterte, contractile Abschnitte des einfachen oder mehrfachen Samenleiters auffasste und dies führt uns zu der Besprechung seiner Ansichten über die Ausrüstung unsrer Organismen mit einem sehr entwickelten hermaphroditischen Geschlechtsapparat. Bekanntlich war Ehrenberg nicht sehr wählerisch in der Deutung der verschiedenartigsten Inhaltskörper als Theile des Geschlechtsapparates seiner Polygastrica und in diesem Theil seiner Vor-

*) Bei Chilomonas hielt er sogar die Stärkekörner für Magenzellen.

stellungen offenbart sich am klarsten die Herrschaft, welche gewisse allgemeine Vorstellungen über den Bau der Thiere auf seinen Geist ausübten; denn man wird sich vergeblich nach bedeutsamen Gründen umsehen, welche seine Auffassung der verschiedenen Inhaltstheile in dem beliebten Sinne zu rechtfertigen im Stande gewesen wären.

Als männliche Drüse (Hoden) betrachtete er zunächst den Nucleus, in den verhältnissmässig wenigen Fällen, wo er ihn auffand. Häufiger jedoch sind es die bei zahlreichen Formen vorhandenen Amylon- oder Paramylonkörner, welche er als Hoden deuten wollte. Gelegentlich nahm er auch seine Zuflucht zu beliebigen Inhaltskörnchen, um seine Ansicht von der allgemeinen Gegenwart eines männlichen Geschlechtsapparates zu realisiren. Als weibliche Geschlechtsproducte, Eier (resp. Eierstock) galten ihm im Allgemeinen die gefärbten Inhaltskörper, Chlorophyllkörner, auch bisweilen die bräunlichen Endochromplatten, wogegen er die letzteren z. Th. auch für einen papierartigen Panzer hielt (Cryptomonas, Synerypta). Natürlich war es ihm nicht möglich, die Weiterentwicklung der vermeintlichen Eier zu verfolgen; bei der Monas vivipara dagegen glaubte er sogar schon die beweglichen Embryonen im Leibe des Mutterthieres beobachtet zu haben (schon 1835), eine Beobachtung, die jedoch gleichfalls auf willkürlicher Deutung gewisser in zitternder Bewegung begriffener Inhaltskörperchen beruhte.

Wenn es nun Ehrenberg auch nicht gelang, seine irrigen Ansichten über die geschlechtliche Fortpflanzung unsrer Wesen zu erweisen, so konnte er doch in nicht wenigen Fällen die wirkliche Fortpflanzung durch Theilung sicher beobachten. Nicht nur die Beobachtungen früherer Forscher über die Fortpflanzung von Volvox, Gonium und Polytoma vermochte er zu bestätigen und z. Th. weiter auszuführen, sondern auch für eine ziemliche Zahl andrer Formen die Theilung nachzuweisen. So studirte er namentlich die Vermehrung der Pandorina zuerst ziemlich eingehend, ebenso die von Chlorogonium und fand die Längs- oder auch angebliche Quertheilung bei einer nicht kleinen Zahl seiner Monadinen. Auch über den feineren Vorgang des Theilungsprocesses machte er einige sehr wichtige Beobachtungen, indem er zuerst (1835) bei gewissen Monadinen fand, dass sich die einfache Geissel vor der Theilung zu zweien vermehre, ja er will selbst eine entsprechende Vermehrung des Kerns (seiner Samendrüse) vor der Theilung schon beobachtet haben.

Nachdem wir im Vorstehenden einen Blick auf die allgemeine Vorstellung, welche sich Ehrenberg, auf Grund seiner Studien von der Organisation der Flagellaten gebildet hatte, warfen, geziemt es sich noch, die Vermehrung der Formkenntniss zu betrachten, welche wir den unermüdlichen Bestrebungen unsres Altmeisters verdanken. Es wurde schon früher betont, wie gering die Zahl der Formen ist, welche sich bei O. F. Müller wiedererkennen lassen. Bei Ehrenberg gestaltet sich dies Verhältniss doch schon sehr wesentlich anders. Zwar sind die Arten, die Ehrenberg früherhin auf seinen Reisen beobachtet hatte, fast durch-

weg so unsicher, dass eine Identificirung derselben meist unmöglich erscheint. Umgekehrt dagegen ist dies mit den später in Berlin genauer studirten Formen; nur die Angehörigen der Gattung Monas entziehen sich meist einer schärferen Beurtheilung. Von den 116 Flagellatenarten, welche ich in dem Ehrenberg'schen Werk von 1838 gezählt habe, lassen sich nicht weniger wie 49 mit heute genauer studirten Formen sicher identificiren; einige weitere mögen wohl noch in Zukunft zu ermitteln sein.

Von besondrer Bedeutung erscheint es für uns noch, bevor wir von Ehrenberg einstweilen Abschied nehmen, zu ermitteln, wie er sich der Gruppe der Flagellaten in ihrer Gesammtheit gegenüberstellte. In dieser Hinsicht war er keineswegs glücklich, es blieb ihm durchaus verschlossen, dass die Flagellaten als eine einheitliche Gruppe aufzufassen seien; er vertheilte sie vielmehr auf eine Anzahl Familien, die er durch kein näheres Band vereinigte, zwischen welche er sogar ganz heterogene Familien wie die Closterien und die Amoeben einschob.

In dem eben erwähnten Punkt wurde er weit übertroffen durch seinen genialen Rivalen Dujardin, der wie erwähnt, schon im Jahre 1835 (23 und 24) seine erste Mittheilung über unsre Wesen veröffentlichte, auf die eine Reihe weiterer folgten, bis er schliesslich im Jahre 1841 (39) sein zusammenfassendes Werk über die Infusorien publicirte. Dem offenen Blicke Dujardin's blieb es nicht verborgen, dass alle diese Formen eben durch die eigenthümliche Natur ihrer Bewegungsorgane in näherem Zusammenhange ständen; er vereinigte sie dann auch zuerst in einer besonderen Ordnung, für deren Charakteristik der Besitz von Geisseln maassgebend war und die etwa unsern heutigen Mastigophoren entspricht.

Aber auch die allgemeine Auffassung der Bauweise unsrer Organismen, wie die der Protozoën überhaupt, verdankt Dujardin die wichtigste Förderung, wenn auch gerade auf dem Gebiet der Flagellaten seine Bestrebungen nach Vereinfachung des von Ehrenberg so übertriebenen „Organisationsgehaltes" in mancher Hinsicht zu weit gingen. Die Sarkodelehre, wie sie Dujardin hauptsächlich durch das genauere Studium der Rhizopoden entwickelt hatte, musste in ihrer Anwendung auf unsre Organismen natürlich zu einer Reihe wichtiger Ergebnisse führen. Zunächst machte sich Dujardin sehr verdient durch eine klarere Auffassung der Geisseln, die wie wir wissen bei Ehrenberg unter der etwas verwirrenden Bezeichnung „Rüssel" fungirten. Mit staunenswerthem Scharfblick erkannte er schon seit 1835 die innigen Beziehungen zwischen den sogen. Pseudopodien der Rhizopoden und den Geisseln der Flagellaten, wie den Cilien der Infusorien und verglich namentlich auch schon damals die Geisseln mit den Schwänzen der Spermatozoën. Diese Auffassung der Geisseln suchte er durch seine späteren Arbeiten noch mehr zu befestigen, namentlich ihre Natur als ausschliessliche Bewegungsorgane klar zu legen und nachzuweisen, dass ihre Bewegung eine ihnen selbst einwohnende, nicht durch einen besondern Muskelapparat hervorgerufene sei. Die Contraction einer Muskelfaser erklärt er für ein Phänomen gleicher Ordnung

40*

wie die Contraction der Geisselfäden. Auch will er später (1841) wirkliche Uebergänge zwischen Pseudopodien und Geisseln beobachtet haben. Seine Beobachtungen über den Geisselapparat der von ihm untersuchten Flagellaten sind überhaupt nicht zu unterschätzen, wie dies namentlich aus seinen Untersuchungen über einige mehrgeisselige Formen (Tetra- und Hexamitus) hervorgeht, was jedoch nicht ausschliesst, dass er sich auch bei einigen Formen in der Geisselzahl irrte.

Etwas zu skeptisch beurtheilte Dujardin die Angaben Ehrenberg's über das Vorhandensein eines Mundes bei gewissen Flagellaten. Es war ihm wohl bewusst, dass zahlreiche dieser Organismen keine feste Nahrung aufnehmen, ein Punkt, über den sich Ehrenberg ziemlich leicht hinweggesetzt hatte, als er allen unsern Wesen einen übereinstimmenden Bau des Darmapparates zuschrieb. Andrerseits hatte Dujardin recht wohl erkannt, dass die Annahme eines derartigen Darmapparates nicht nur für die ciliaten Infusorien, sondern auch für die Flagellaten unzulässig sei, indem er die angeblichen Magenblasen Ehrenberg's zuerst in ihrer wahren Bedeutung, als mit wässriger Flüssigkeit erfüllte vergängliche Vacuolen, richtig erkannte.

Wie gesagt, verfuhr jedoch der französische Forscher zu rasch, wenn er nun auch die Existenz einer besondern Mundstelle der Flagellaten durchaus leugnen wollte. Die Nahrungsaufnahme erkannte er für die Monaden wenigstens an, jedoch glaubte er ihnen durchaus die Art der Nahrungsaufnahme zuschreiben zu sollen, welche er anfänglich (1835—36) auch bei den Ciliaten allein vertreten dachte: indem die Nahrungskörper nämlich durch an der Körperoberfläche sich bildende Vacuolen aufgenommen würden. Es ist nicht ohne Interesse, dass eine solche Nahrungsaufnahme in neuerer Zeit wirklich bei gewissen Flagellaten erwiesen wurde, wenngleich hieraus keineswegs zu folgern ist, dass sich Dujardin schon eine richtige Vorstellung des Processes bei diesen Formen erworben hatte. Die überaus grosse Bedeutung, welche Dujardin den Vacuolen bei seiner Sarkodelehre zuschrieb, war auch die Veranlassung, dass er zu keiner hinreichend scharfen Unterscheidung der gewöhnlichen Vacuolen und der contractilen gelangte. Wenn er diese letzteren auch selbst bei den Flagellaten nicht völlig übersah, so schenkte er ihnen doch ohne Zweifel nicht die genügende Aufmerksamkeit, da sie ihm eben von den so verbreiteten gewöhnlichen Vacuolen nicht wesentlich verschieden erschienen.

Ganz ablehnend verhielt er sich gegen die Ehrenberg'sche Lehre von dem complicirten Generationsapparat unsrer Organismen, doch gelang es ihm meist nicht, die verschiednen Inhaltskörper, welche Ehrenberg als männliche Drüsen beansprucht hatte, in ihrem Wesen richtig zu erkennen, namentlich erwarb er sich noch keine Vorstellung über die Wichtigkeit und die allgemeine Verbreitung des Kernes. Auch den Farbstoffkörpern, welche Ehrenberg gewöhnlich als Eierstöcke beansprucht hatte, sprach er diese Bedeutung ab und liess sie nur als färbende Substanzen gelten,

ohne jedoch schon auf ihre Analogie mit denen zahlreicher Pflanzen aufmerksam geworden zu sein. Immerhin war Dujardin nicht geneigt, eine Vermehrung unsrer Organismen durch innere Keime ganz zu leugnen; er hielt es für möglich, dass ein Theil der Inhaltskörperchen der Sarkode solche Keime seien, die jedoch durchaus nicht den Namen Eier im Sinne der höheren thierischen Organismen verdienten. Während er einerseits die Generatio spontanea unsrer Organismen, im Sinne einer wirklichen Neubildung organisirter Substanz bekämpfte, hielt er dagegen eine Entstehung derselben aus sehr widerstandsfähigen Keimen im Anschluss an die alten Untersuchungen Spallanzani's nicht für unwahrscheinlich. Sehr unerheblich sind im allgemeinen seine Erfahrungen über die Vermehrung unsrer Wesen durch Theilung.

Zwei wichtige Momente in der allgemeinen Auffassung, auf welche Dujardin bei dem Studium geisseltragender Infusorien aufmerksam geworden war, möchten wir hier noch andeuten. Einmal erkannte er schon sehr richtig die nahen Beziehungen, welche zwischen den einfachsten Flagellaten, den sogen. Monaden und den einfachen Rhizopoden, den amöbenartigen Organismen, existiren und andrerseits wies er zuerst darauf hin, dass die Spongien gleichfalls Beziehungen zu den sogen. Infusorien besässen und zwar zu Formen, welche etwa zwischen den Amöben und Flagellaten die Mitte hielten (1841).

Die Formkenntniss der Flagellaten hat auch Dujardin nicht unwesentlich gefördert, wenngleich die Ausbreitung seiner Studien nicht diejenige der Ehrenberg'schen erreichte.

Nach der durch die bedeutsamen Werke Ehrenberg's und Dujardin's bezeichneten Epoche trat eine gewisse Ruheperiode in der Entwicklung der Flagellatenforschung ein, denn erst im Jahre 1852 erschien wieder ein grösseres zusammenfassendes, unsern Organismen gewidmetes Werk von Perty. Zwar herrschte auch in jener Zwischenperiode ein reges Interesse für die Flagellaten, deren Kenntnisse von nicht wenigen Beobachtern bald mehr im Sinne Ehrenberg's, bald mehr in dem Dujardin's gefördert wurden, ja es entspann sich sogar gerade in dieser Periode zuerst der lang dauernde und heutzutage noch fortgeführte Streit über die thierische und pflanzliche Natur unsrer Wesen. Abgesehen von dieser fundamentalen Frage tritt jedoch während dieser Epoche kein Interesse hervor, die Kenntnisse unsrer Gruppe in allgemeiner Hinsicht zu vertiefen.

Ehrenberg selbst beschäftigte sich gelegentlich mit der weiteren Erforschung der Flagellaten, so beschrieb er 1840 (36) einige neue Formen und berichtete 1841 (38) über die Untersuchungen eines Salzburger Arztes Werneck, welcher ihm seine Studienresultate zur Verfügung gestellt hatte. Mit Recht rügt Stein (176), dass jene nicht unwichtigen und von zahlreichen Abbildungen begleiteten Untersuchungen Werneck's nur durch den sehr unzureichenden Bericht Ehrenberg's bekannt, im Uebrigen in den Acten der Berliner Akademie vergraben wurden. Wir heben hier

nur hervor, dass Werneck bei zwei Flagellaten (Antophysa und Anisonema) eine Afterspalte beobachtet haben will, dass er sich gegen die Bedeutung der sogen. Augenflecke als Augen erklärte und eine Anzahl neuer Formen auffand, die sich jedoch wegen der unzureichenden Beschreibung kaum sicher ermitteln lassen, wenn ich es auch mit Stein für wahrscheinlich halte, dass sich hierunter schon so wichtige Gattungen wie Phalansterium und Stephanosphaera finden. Im Jahre 1848 (59) beschrieb dann Ehrenberg noch zwei neue interessante Gattungen (Chloraster und Spondylomorum) und aus dieser Mittheilung erhellt zur Genüge, dass er auch auf dem Gebiet der Flagellaten seinen allgemeinen Standpunkt von 1838 nicht wesentlich geändert hatte.

Im Anfange der 40er Jahre wurde zuerst durch Valentin die Aufmerksamkeit auf das Vorkommen eigenthümlicher parasitischer Organismen im Blute gewisser Fische gelenkt, des flagellatenartigen Wesens, das im folgenden Jahr von Gluge im Blute der Frösche aufgefunden und 1843 von Gruby Trypanosoma genannt wurde. Auch Mayer hatte dasselbe schon 1843 im Blute der Rochen beobachtet und Amoeba rotatoria benannt. Später 1850 beschäftigte sich Wedl ziemlich eingehend mit diesen und ähnlichen Organismen aus dem Blute verschiedner Wirbelthiere und Leydig machte 1851 und später 1857, wie hier gleich bemerkt werden mag, auf das Vorkommen ähnlicher Schmarotzer in verschiedenen Wirbellosen aufmerksam.

Auch andere parasitische Monaden hatten das Interesse der Forscher erregt. Schon 1837 fand Donné die beim Menschen schmarotzende Trichomonas vaginalis; Gruby und Delafond beobachteten 1843 parasitische Monaden im Darm einiger Säugethiere und Hammerschmidt 1844 eine Form in den Excrementen der Ringelnatter. Auch in Nord-Amerika hatten die parasitischen Flagellaten das Interesse zweier Beobachter erweckt. Leidy beschrieb seit 1846 einige Formen aus Wirbellosen und Wirbelthieren, jedoch im Ganzen wenig genau und ohne tiefer in ihre Organisation einzudringen. Burnett (1851) beschäftigte sich namentlich mit der im Darm der gemeinen Fliege häufigen Monadine und sprach sich bei dieser Gelegenheit sehr entschieden für die Einzelligkeit der von ihm beobachteten Formen aus.

Um die Vermehrung unsrer Kenntnisse von der Verbreitung der Flagellatenformen erwarben sich in den 40er Jahren namentlich zwei russische Beobachter Eichwald und Weisse nicht unwesentliche Verdienste. Wenn auch im Allgemeinen das Studium, das sie denselben widmeten, nicht ein sehr tiefgehendes war, so wurden durch sie doch einige neue Formen ans Licht gezogen und Weisse förderte auch durch seine Studien über die Fortpflanzung des Chlorogonium und seine Darstellung der Theilung der Peranema unser Wissen von der Vermehrung dieser Wesen nicht unwesentlich. In ähnlicher Richtung trat 1846 auch Schmarda auf, der später 1850 und 1854 noch zwei weitere Beiträge lieferte. Abgesehen von dem Interesse, welches namentlich die

letzte Arbeit, die die in Egypten angestellten Beobachtungen bespricht, in geographischer Hinsicht besitzt, sind es nur einige neue Formen, welche diesen Mittheilungen eine gewisse Wichtigkeit geben und unter diesen namentlich die 1850 beschriebne neue Gattung Pyramimonas. In ähnlicher Weise beschäftigte sich etwa um dieselbe Zeit Bailey in Nord-Amerika mit der Erforschung der Flagellatenverbreitung, und wenn seine Untersuchungen auch (mit Ausnahme der Entdeckung des Gehäuses einer sehr interessanten Spongomonadine, das jedoch in seiner Bedeutung nicht erkannt wurde), zu keinen neuen Ergebnissen führten, so besitzt seine Arbeit selbst heute noch ihre Bedeutung, da sie die einzige umfassende Untersuchung über die Verbreitung unsrer Gruppe in Nord-Amerika ist.

Indem wir jetzt zur Besprechung der schon früher angedeuteten, in der Periode zwischen 1841 bis 1852 zuerst mit grosser Entschiedenheit hervortretenden Strömung: einen grossen Theil der von Ehrenberg und Dujardin den thierischen Organismen zugewiesenen Flagellaten als niedere Pflanzen oder gewisse Zustände solcher zu erweisen, übergehen, können wir diese Betrachtung wohl am besten mit einem Blick auf die Forschungen über gewisse Formen eröffnen, die schon in sehr früher Zeit ein strittiges Object für Botaniker und Zoologen bildeten. Zunächst sei jedoch bemerkt, dass weder Ehrenberg noch Dujardin die Frage nach der thierischen oder pflanzlichen Natur der Flagellaten ernstlich discutirten, beide hatten eben, wenn sie die Flagellaten ohne weiteres zu den sogen. Infusionsthieren zogen, keine ernstlichen Einwände zu bekämpfen, es war gewissermaassen historisch berechtigtes Herkommen, die sich bewegenden kleinen Organismen ohne weiteres als Thiere zu betrachten. Speciell Ehrenberg, der sich nicht scheute, einzelne bewegungslose einzellige Algen den thierischen Infusorien zuzugesellen, hatte keine Veranlassung, die Thiernatur der Flagellaten zu bezweifeln und Dujardin folgte ihm in dieser Auffassung ohne Zögern.

Wir haben früher erfahren, dass schon im vorigen Jahrhundert die Gattung Haematococcus als Pflanze betrachtet worden war und gerade diese und ihr nahe verwandte Formen beschäftigten in der jetzt zu besprechenden Epoche eine ganze Anzahl Beobachter und erfuhren sehr verschiedene Beurtheilungen.

Die zuerst Ende des vorigen Jahrhunderts in den Alpen und im Anfange unsres Jahrhunderts auch im Polargebiet beobachtete Rothfärbung des Schnees interessirte schon in den ersten Decennien unsres Jahrhunderts nicht wenige Beobachter*) und wurde ziemlich allgemein auf einen mikroskopischen pflanzlichen Organismus zurückgeführt, der gewöhnlich den Algen beigesellt wurde. Agardh stellte ihn 1824**) in eine besondre Gattung Protococcus neben eine grüne Form aus dem süssen

*) Siehe hierüber bei Stein (176).
**) Systema Algarum. Lundae 1824.

Wasser; auch hatte er zuerst bewegliche Formen vereinzelt gesehen. 1835 entschied er sich dafür, eine neue Gattung Haematococcus für diese Form, sowie einige weitere ihm hierhergehörig erscheinende zu errichten. Martins machte dann schon 1839 die ersten Erfahrungen über die Vermehrung unsrer Form im ruhenden Zustand und erklärte die rothen und grünen Organismen des Schnees für identisch*).

Ein Jahr früher hatte Dunal (33) in den zur Salzgewinnung dienenden Salzbecken der französischen Mittelmeerküste einen rothen Organismus entdeckt und richtig zu der Gattung Haematococcus gezogen. Dieselbe Form untersuchte 1840 Joly (34) und nannte sie Monas Dunalii, da er ihre beiden Geisseln schon sehr gut beobachtete. Dujardin hob dann in seinem Infusorienbuch die nahe Verwandtschaft dieser Monas Dunalii mit seiner Gattung Diselmis (= Chlamydomonas Ehrbg.) hervor.

Die Untersuchungen, welche Shuttleworth 1839 (37) über die Organismen des rothen Alpenschnees anstellte, führten namentlich zu genaueren Erfahrungen über das Vorkommen eines infusorienartig beweglichen rothen Organismus neben den früher fast ausschliesslich beobachteten unbeweglichen rothen Kügelchen. Im übrigen sind die Resultate wenig erheblich, da Shuttleworth die beweglichen und unbeweglichen Formen für specifisch verschiedene Organismen hielt und überhaupt nicht weniger wie 5 verschiedene Gattungen von Organismen im rothen Schnee beobachtet haben wollte, von welchen nur die Haematococcusform sich als ein bestimmt charakterisirter hat wiedererkennen lassen. Meyen (35) glaubte 1840 die Haematococcen des Schnees irrthümlich mit ruhenden encystirten Englenen identificiren zu können, deren ruhenden Zustand er zuerst genauer studirt und auch die damit verknüpfte Vermehrung ermittelt hatte. C. Vogt berichtigte 1844 (48) die Irrthümer von Shuttleworth, indem er nachwies, dass die ruhenden und beweglichen rothen Kugeln nur verschiedene Zustände einer und derselben Form sind. Auch lehrte er zuerst die Vermehrungsweise durch Theilung des Inhalts der ruhenden Form kennen. Ein weiterer Fortpflanzungsprocess durch Knospung, welchen er gleichzeitig noch beobachtet haben wollte, dürfte sehr wahrscheinlich das Resultat einer Täuschung gewesen sein. Den Organismus des rothen Schnees aber glaubte er zu der einige Jahre früher von Morren beschriebnen Gattung Disceraea ziehen zu sollen, die jedoch, wie gleich zu berichten sein wird, identisch mit Haematococcus ist. Diese Disceraea purpurea (den Haematococcus lacustris) hatte Aug. Morren 1841 im Wasser aufgefunden und recht gut beschrieben. Geisseln, Hülle, Farbenwandlung und Vermehrung im ruhenden Zustand, sowie die Lebenszähigkeit beim Austrocknen werden hier schon richtig dargestellt. Auch war der belgische Beobachter ursprünglich sogar auf dem richtigen Weg zur Aufklärung der Verwandtschaftsverhältnisse, indem er sie anfänglich dem Haematococcus nivalis nähern wollte. Ch. Morren fügte den Untersuchungen seines Bruders

*) Du microscope et d. son applic. etc. Paris 1839.

nichts Wesentliches zu, sondern richtete einige Verwirrung an, indem er, auf irrthümliche Beobachtungen gestützt, die Disceraea der Gattung Trachelomonas anzuschliessen suchte. Doch enthält seine Arbeit noch einige nicht unwichtige Beobachtungen über die Euglenen.

Drei Jahre später wurde unser Organismus wiederum zum Gegenstand einer ausgedehnten Untersuchung, indem v. Flotow ihn unter dem Namen Haematococcus pluvialis in einer sehr umfangreichen Monographie beschrieb (50). Dieselbe blieb jedoch in vieler Hinsicht hinter den Leistungen Morren's zurück. Die Bauverhältnisse blieben ihm vielfach unklar; dagegen erweiterte er in gewisser Hinsicht das Wissen über die Fortpflanzungserscheinungen des Haematococcus. Einmal beobachtete er zuerst seine Vermehrung im beweglichen Zustand und lehrte weiterhin eine eigenthümliche kleine und hüllenlose Modification kennen, die sich auch durch besondre Befähigung zu Gestaltsveränderungen auszeichnete. Doch verfiel Flotow auch auf dem Gebiet der Fortpflanzung des Haematococcus in eine Anzahl Irrthümer, indem er ihm eine Vermehrung durch Sporen und Gonidien zuschrieb, welche durchaus nicht vorhanden ist. Flotow's allgemeines Urtheil über den studirten Organismus interessirt uns hier namentlich deshalb, weil er sich sehr entschieden für seine vegetabilische Natur aussprach, indem er die ruhende und sich vermehrende Generation für den eigentlich maassgebenden Repräsentanten beanspruchte und auch in der Austrocknungsfähigkeit eine Bestätigung seiner Ansicht erblickte.

Einen gewissen Abschluss erhielten die mannigfachen Untersuchungen über den Haematococcus durch die im Jahre 1850 publicirten Beobachtungen Cohn's (66). Seine umfassende Bearbeitung dieses Organismus schloss sich im allgemeinen an die Flotow'sche Darstellung an, ja ging meines Erachtens von einer übertriebenen Schätzung derselben aus. Im Gesammtresultat, d. h. der allgemeinen Beurtheilung der Stellung des Organismus in der Stufenleiter der organischen Welt, gelangt Cohn zu dem gleichen Resultat wie Flotow, indem er ihn für eine einzellige Alge erklärte. Wenn wir hier diese Deutung als einzellige Alge besonders betonen, so geschieht dies deshalb, weil Cohn zuerst mit Gründlichkeit den Versuch machte, die einzellige Natur unsrer Form durch Vergleich ihrer Bauweise mit der der pflanzlichen Zelle zu erweisen und dadurch auch für das morphologische Verständniss ähnlich gebauter Organismen, d. h. der gesammten Flagellatengruppe, einen wesentlichen Beitrag lieferte. Auch darf wohl behauptet werden, dass es ihm gelang, die einzellige Natur des Haematococcus sicher zu stellen, wenngleich seine ganze Darstellung und Beweisführung wegen der damals noch unvollkommnen Verfassung der Zellenlehre heutzutage nicht mehr ganz einleuchtend erscheint. Nicht nur der Bau des Haematococcus in seinen verschiednen Zuständen, auch seine Vermehrungsweise war ein Gegenstand anhaltender Forschung für Cohn und so gelang es ihm denn auch, die wichtigsten Punkte derselben aufzuklären, namentlich das Auftreten grosser und kleiner beweglicher Formen zu ermitteln. Wenn Cohn nun auch auf Grund seiner Ergeb-

nisse die vegetabilische Natur des Haematococcus bejahte, so verschloss er sich doch nicht der Einsicht, dass dieser Organismus auch sehr nahe Beziehungen zu andern zeigte, an deren thierischer, infusorieller Natur er nicht zweifelte, speciell zu der Gattung Euglena. Letztere schien ihm wegen ihrer lebhaften Körpercontractionen allen Anspruch auf Zugehörigkeit zu den Thieren zu besitzen. So sehen wir denn, dass Cohn schon damals durch seine Stellungnahme in dieser Frage andeutete, dass eine innige Verknüpfung zwischen thierischen und pflanzlichen Organismen auf ihrer tieferen Ausbildungsstufe anzutreffen sei und dass es gerade das Gebiet der flagellatenartigen Organismen sei, wo diese Beziehungen deutlich und unabweisbar hervorträten.

Auch Al. Braun (70) hatte um dieselbe Zeit seine Aufmerksamkeit dem vielbesprochnen Organismus und einigen seiner Verwandten zugewendet und ihre Kenntniss nicht nur durch sehr bemerkenswerthe Beobachtungen über ihre Fortpflanzung, sondern auch durch die Entdeckung einer Anzahl neuer Chlamydomonasformen gefördert. Auch dieser hervorragende Botaniker zweifelte nicht an der Algennatur unsrer Organismen, worin ihn namentlich seine Beobachtung, dass der Haematococcus im ruhenden Zustand unter gewissen Bedingungen eine lang fortdauernde Vermehrung, „ein durchaus vegetabilisches Verhalten" zeige, bestärkte.

Diese Besprechung der Schwierigkeiten der Auffassung eines flagellatenartigen Organismus führt uns zu der schon angedeuteten Streitfrage, welche sich während der dreissiger und vierziger Jahre unsres Jahrhunderts über die Natur zahlreicher verwandter Formen erhob. Dieselbe fand ihre Nahrung wesentlich in wichtigen Beobachtungen der Botaniker, welche allmählich gezeigt hatten, dass im Leben zahlreicher niederer pflanzlicher Organismen (aus den Abtheilungen der Algen und Pilze) Vermehrungskörper, sogen. Schwärmsporen (Zoosporen) auftreten, die den früher als Flagellaten beschriebnen Infusorien ungemein ähnlich sind. Es kann hier nicht unsre Aufgabe sein, die Beobachtungen über die pflanzlichen Schwärmsporen eingehender zu verfolgen. Erst im Jahre 1842 gelang es Unger, die schon seit Beginn unsres Jahrhunderts über diesen Gegenstand gelegentlich gemachten Untersuchungen durch die wichtige Beobachtung zu vervollständigen, dass die Schwärmsporen der Algengattung Vaucheria mit einem Wimperkleid versehen seien, das dem der ciliaten Infusorien in jeder Beziehung gliche.

Es ist viel darüber gelächelt worden, dass Unger unter dem ersten Eindruck dieser wichtigen Beobachtung in der Schwärmspore der Vaucheria einen wirklich thierisch organisirten Lebenskörper sehen wollte, und den ganzen Vorgang als einen Uebergang der Pflanze ins Thierreich auffasste. Im Ganzen glaube ich, hat man jedoch wenig Grund diese Darstellung Unger's, wenn man sie im Lichte seiner Zeit beurtheilt, zu verspotten, denn die Uebereinstimmung zahlreicher Schwärmsporen mit Flagellaten ist jedenfalls so gross, dass man, wenn man nicht jeden Zusammenhang zwischen Flagellaten und höheren thierischen Organismen leugnet, im

Auftreten dieser Schwärmsporen eine sehr bedeutungsvolle Annäherung an das Thierreich erblicken muss. Erst nach Unger wurde jedoch diese grosse Uebereinstimmung der Algenschwärmsporen mit den Flagellaten erwiesen, namentlich die umfassenden Untersuchungen Thuret's (67) wurden in dieser Beziehung ausschlaggebend. Dieser Beobachter hatte denn auch schon ein im allgemeinen sehr richtiges Urtheil über die Beziehungen der Algenschwärmsporen zu den ihnen so ähnlichen Flagellaten. Eine directe genetische Beziehung beider wies er entschieden zurück und seine Berechtigung zu einem solchen Ausspruch erscheint um so grösser, da er es nicht unterliess, eines der flagelliferen Infusorien, dessen Aehnlichkeit mit zahlreichen Schwärmsporen besonders gross ist, selbst zu untersuchen, den Chlamydomonas pulvisculus nämlich. Mit Scharfblick hob er namentlich als unterscheidendes Merkmal dieser Form von den Schwärmsporen der Algen den Umstand hervor, dass der Chlamydomonas wegen seiner Vermehrung durch Theilung eine Selbstständigkeit verrathe, welche den Algenschwärmsporen, die nur vorübergehende Entwicklungszustände darstellten, durchaus fehle. Diese scharfe Unterscheidung, welche Thuret zwischen den Schwärmsporen der Algen und den ähnlichen Flagellaten festzustellen sich bemühte, hatte in damaliger Zeit ihre grosse Bedeutung, indem sie sich direct gegen die von andrer Seite ausgegangnen Bemühungen wendete, einen Theil der Flagellaten direct mit den Schwärmsporen gewisser Algen zu identificiren, resp. zu erweisen, dass gewisse Flagellaten im Stande seien, sich zu Algen zu entwickeln. Mit dem Nachweis derartiger Beziehungen hatte sich nämlich schon 1844 Kützing (49) beschäftigt, der auf Grund irriger Beobachtungen und einer Kette von Verwechslungen behauptete, dass der Chlamydomonas pulvisculus zu einer ganzen Anzahl verschiedner niederer Algen auszuwachsen im Stande sei. Auch wollte er sich überzeugt haben, dass die Schwärmsporen der Algengattung Ulothrix identisch seien mit der von Ehrenberg beschriebnen Flagellate Microglena monadina.

Gegenüber derartigen irrigen Behauptungen erschien natürlich die scharfe Betonung der Unterschiede zwischen Flagellaten und Schwärmsporen, wie sie der gediegene Kenner der letzteren, Thuret, entwickelte, als ein wesentlicher Fortschritt. Dabei dürfen wir jedoch nicht übersehen, dass Thuret andrerseits die innigen Beziehungen, welche sich speciell in der Erscheinung der Schwärmsporenbildung zwischen den niederen pflanzlichen Organismen und den von ihm in der Ehrenberg-Dujardin'schen Umgrenzung als thierische Organismen beanspruchten Infusorien finden, nicht verkannte. Im Gegentheil war seine Ansicht sehr richtig die, dass die Trennung beider Reiche keine absolute sei, sondern, dass in den untern Regionen derselben die scharfe Grenzbestimmung aufhöre, indem sich gewisse Gruppen von Organismen vorfänden, deren Beziehungen nach beiden Seiten hinwiesen, und deren Stellung daher naturgemäss eine schwankende sei.

Die Untersuchungen der Botaniker über die Schwärmsporen mussten natürlich auch auf die Auffassung der Flagellatenwelt seitens der Zoologen einen wesentlichen Einfluss ausüben, und von dieser Zeit datirt denn auch die geringe Berücksichtigung unsrer Abtheilung in den allgemeinen Darstellungen des zoologischen Lehrgebäudes; sie wurden bis in die neueste Zeit gerade in den besten Lehrbüchern so stiefmütterlich abgefertigt, dass die Gruppe der Flagellaten allmählich als solche aus dem Bereich der Protozoën zu schwinden drohte. Zunächst war es vornehmlich v. Siebold (63), der es unternahm, die neueren Ergebnisse der botanischen Forschung zu einer Reformation der Ehrenberg'schen Infusorien zu verwerthen. Während er mit richtigem Takt die auch jetzt allgemein ausgeschiednen einzelligen pflanzlichen Organismen an ihre richtigere Stelle wies, sprach er gleichzeitig die Vermuthung aus, dass wohl eine ziemliche Zahl der mit Wimpern oder Geisseln versehenen sogen. Infusionsthiere Ehrenberg's richtiger zu den pflanzlichen Organismen, speciell den niederen Algen zu ziehen seien, und auf die Flagellaten bezieht sich sonder Zweifel dieser Ausspruch Siebold's im Besondern. Eine Anzahl dieser Formen glaubt Siebold direct den Algen zuweisen zu dürfen, nämlich die Ehrenberg'sche Familie der Volvocina. Wesentlich ausschlaggebend in der Entscheidung, ob thierischer und pflanzlicher Organismus, erschien ihm der Besitz oder Mangel der Contractionsfähigkeit, ein Umstand, der heutzutage durchaus nicht mehr in der ihm von Siebold vindicirten Bedeutung erscheint. In dieser Auffassung der Volvocina begegnete sich Siebold also mit der Anschauung zahlreicher Botaniker, die ja, wie wir gesehen, auch schon den Haematococcus als Alge beansprucht haben. Siebold hatte zuerst (1844)*) auch die koloniebildenden Formen der Volvocineen, die Gattung Volvox und ihre nächsten Verwandten, als Algen bezeichnet und damit den Grund gelegt zu der immer mehr in Aufnahme gekommnen Einreihung dieser Formen in das Pflanzenreich. Im Allgemeinen zog auch Nägeli 1849**) die Volvocina zu seinen einzelligen Algen und suchte auch nach einer schärferen Unterscheidung zwischen diesen einzelligen vegetabilischen Formen und den entsprechenden Thierchen; doch konnten auch die von ihm aufgestellten Unterschiede durchaus keinen Anspruch auf eine tiefere Bedeutung erheben; sie beziehen sich hauptsächlich auf die Anwesenheit gewisser Stoffe in der pflanzlichen Zelle, welche der thierischen fehlen sollen, so der Cellulose, des Chlorophylls in seinen verschiednen Modificationen und des Stärkemehls. Als bedeutungslos wurde weiterhin sehr bald der Unterschied erkannt, welchen Nägeli zwischen den Wimpern und Geisseln der Infusorien und denen der schwärmenden Algenzellen gefunden haben wollte. Während sich die ersteren activer Beweglichkeit erfreuen sollten, betrachtete er die Geisseln der letzteren

*) Dissert. de finibus inter regn. anim. et vegetab. consituendis. Erlangae 1844.

**) Gattungen einzelliger Algen.

als passiv bewegte Anhänge und glaubte die Bewegungen der Algenzellen durchaus auf endosmotische Vorgänge zurückführen zu dürfen. Obgleich sich in der erwähnten Weise eine wichtige Umwälzung der allgemeinen Auffassung der Volvocina vollzog, machte die genauere Kenntniss der interessanten koloniebildenden Formen dieser Familie in dieser Epoche keine erheblichen Fortschritte. Nur Laurent (62) verbesserte unsre Kenntnisse des Volvox in den Jahren 1848—49 durch den Nachweis, dass Ehrenberg fälschlich aus den Formen mit Parthenogonidien und Oosporen zwei verschiedne Arten gemacht habe und verglich die Oosporen schon richtig mit Eiern.

Wir müssen unsre Aufmerksamkeit jetzt einem Forscher zuwenden, der zuerst wieder den Versuch machte, das Gesammtgebiet der Flagellaten darzustellen. Im Jahre 1852 veröffentlichte Perty (76) seine Beobachtungen über die Infusorien und berücksichtigte dabei besonders die Flagellaten, welche er mit den Schwärmsporen der Algen (seinen Sporozoidia) und den Schizomyceten (seinen Lampozoidia) zu einer besonderen 2. Abtheilung der Infusorien unter der Bezeichnung Phytozoidia zusammenstellte. Die erste Abtheilung bildeten die Ciliata und Suctoria. Schon im Jahre 1848 (60) hatte er über die Geisselverhältnisse einer ziemlichen Anzahl der von ihm untersuchten Formen berichtet.

Wenn wir zuerst einen Blick auf die allgemeine Stellung werfen, die Perty den Flagellaten, namentlich im Hinblick auf die Streitfrage über ihre pflanzliche oder thierische Natur anwies, so erhellt schon aus der soeben angedeuteten systematischen Vereinigung derselben mit den Schwärmsporen der Algen und den Spaltpilzen, dass Perty hierüber sehr besondre Ansichten besass. Nicht ohne Berechtigung wies er, nach unsrer Ansicht, jede scharfe Grenze zwischen dem thierischen und dem pflanzlichen Reich zurück und beurtheilte die Versuche einer derartigen Trennung als einen der Natur imputirten Zwang.

Auch in den Lebenscyclus echt thierischer Wesen schöben sich Perioden pflanzlicher Beschaffenheit ein, wie er denn zuerst die späterhin häufig wiederholte Ansicht sehr bestimmt aussprach, dass die Encystirungen gewisser Flagellaten (so Euglena) echt vegetabilische Zustände dieser sonst thierischen Wesen darstellten. Trotz dieser nach den heutigen Anschauungen nicht unberechtigten Vorstellungen, muss es doch Verwunderung erregen, dass Perty sich entschliessen konnte, auch die Schwärmsporen der Algen direct den Infusorien einzuverleiben, was ja, wie Stein richtig bemerkt, nothwendig auch die zugehörigen Algen selbst in die Reihe der Infusorien gezogen hätte. Die schon mehrfach erwähnten eigenthümlichen Flagellaten, der Chlamydomonas und Haematococcus, galten Perty als die nächsten Verwandten der eigentlichen Algensporen und er trennte sie deshalb auch von den eigentlichen Flagellaten (seiner Gruppe der Filigera) ab, um sie den Sporozoidia zu überweisen. Die sogen. Zoosporen der Algen aber galten ihm als wirklich thierische Entwicklungszustände der betreffenden

Algen, die nach Art eines Generationswechsels mit dem vegetabilischen Zustand verknüpft seien.

Während Perty damals nicht nur die thierische Natur der Flagellaten, sondern auch die der Zoosporen verfocht, trat er nach Verlauf eines Decenniums gerade in entgegengesetzter Richtung auf, wie bei dieser Gelegenheit gleich bemerkt werden mag. 1864 (114) nämlich wollte er überhaupt seine sämmtlichen Phytozoidia für pflanzliche Wesen erklären. Dieser völlige Wechsel der Anschauung ist jedenfalls ein Beweis dafür, dass auch die Gründe, welche Perty zu seiner früheren Ansicht bestimmt hatten, keine sehr tieferwogenen waren.

In der Beurtheilung der Organisation und der Lebensverhältnisse seiner Filigera schwankte Perty (1852) zwischen den Anschauungen seiner beiden hervorragenden Vorgänger, Ehrenberg und Dujardin, hin und her. Im gesammten zeichnen sich jedoch seine Untersuchungen überhaupt nicht durch besondre Originalität und Genauigkeit aus. Dujardin schloss er sich sehr innig in der Beurtheilung der Organisation an und gelangte über die Vorstellungen dieses Vorgängers in keinem Punkt wesentlich hinaus. Wie letzterer leugnete er das Vorkommen einer besonderen Mundöffnung auf das entschiedenste, ja im Grossen und Ganzen auch die Aufnahme fester Nahrung. Die wenigen von ihm beobachteten widersprechenden Fälle suchte er durch zufälliges Eindringen von Fremdkörpern zu erklären. Von der Bedeutung und der allgemeinen Verbreitung des Nucleus hatte er keinen Begriff, wie er denn auch die Frage nach der Bedeutung unsrer Organismen im Hinblick auf die Zellenlehre nirgends erörtert. Ebensowenig ist ihm die contractile Vacuole in ihrer allgemeinern Morphologie bekannt; wenn er sie auch bei einigen wenigen Formen beobachtete, so spricht er doch im allgemeinen Abschnitt seines Werkes gar nicht von ihr.

An Ehrenberg schloss Perty sich dagegen auffallend nahe in der Beurtheilung der Fortpflanzungserscheinungen unsrer Wesen an. Die Kenntniss der Theilungsvorgänge einer ziemlichen Anzahl Formen wurden durch seine Bemühungen nicht unwesentlich gefördert. Daneben wollte er jedoch wie Ehrenberg noch einen andern Vermehrungsprocess statuiren, welcher sich durch die Weiterentwicklung innerer Keime vollziehe. Diese Keime nannte Perty „Blastien", und sie sind nichts weiter als die verschiedenartigen körnigen Einschlüsse, welche schon Ehrenberg, auf ungenügendste Gründe hin, als Eier beansprucht hatte. Perty's Begründung der Keimnatur dieser Blastien ist nicht um ein Haar gesicherter wie die frühere Ehrenberg's. Seine ganze Darstellung dieses Fortpflanzungsprocesses ist, wie gesagt, überhaupt nur eine Umschreibung der von Ehrenberg behaupteten geschlechtlichen Fortpflanzung, aus welcher das männliche Element eliminirt worden war. Gegenüber Ehrenberg suchte aber Perty die generatio spontanea wieder in einem gewissen Umfange zu retten, indem er sie wenigstens für zahlreiche Monaden annahm. Andrerseits

hielt er es auch nicht für unmöglich, dass Monaden durch Umwandlung der Zellen höherer Organismen entstünden.

Die systematischen Bestrebungen Perty's können nicht sehr hoch veranschlagt werden. Viel unsichere Formen und zahlreiche unnöthige neue Namen wurden von ihm einzuführen versucht. Wirklich neue interessante Formen fand er dagegen nur wenige.

Wir müssen nun mit einigen Worten die Leistungen eines Beobachters, W. Focke, besprechen, welcher schon vor Perty im Jahre 1847 (58, 1) einige seiner Erfahrungen über die Flagellaten mitgetheilt hat, während die wichtigere Fortsetzung seiner Studien erst im Jahre 1854 erschien. Focke's Forschungen über unsre Gruppe waren gerade keine sehr ausgedehnten, doch widmete er einigen Formen ein ziemlich eingehendes Studium. Obgleich er sich in seiner allgemeinen Auffassung unsrer Wesen innigst an Ehrenberg anschloss, richtete er doch eine nicht ungerechtfertigte Kritik gegen die systematische Unsicherheit der Monadinenfamilie Ehrenberg's und speciell gegen die zahlreichen Ehrenberg'schen Arten der Gattung Monas. Auch wies er die Unhaltbarkeit einiger weiterer Gattungen Ehrenberg's nach. Durch eigene Untersuchungen förderte er hauptsächlich das bessere Verständniss einiger Volvocineen (speciell der Gattungen Gonium und Pandorina) und verschärfte in mancher Hinsicht die Vorstellungen über die Organisation der Gattung Euglena und der nächstverwandten Phacus. Bei Chlamydomonas beobachtete er zuerst die contractilen Vacuolen. Schwer verständlich sind seine seltsamen und irrthümlichen Ansichten über die grosse Veränderungsfähigkeit, welche er den Euglenen zuschrieb, indem er eine ganze Anzahl verschiedener Arten dieses Geschlechts als Modificationen einer und derselben Grundform nachzuweisen suchte.

In den drei Decennien, welche auf das Erscheinen des Perty'schen Buches folgten, blieb die Flagellatenforschung im Allgemeinen sehr zurück. Nur die Kenntniss der Volvocineen und Verwandten, deren sich ja die Botaniker mit Eifer bemächtigt hatten, erfuhr unter deren Händen sehr wesentliche Förderung. Ausserdem waren es im Allgemeinen nur gewisse, durch besondre Eigenthümlichkeiten, wie Parasitismus etc. interessante Formen, welchen die Aufmerksamkeit sich zulenkte. Es hing dies jedenfalls innigst zusammen mit der Unsicherheit der Stellung, welche unsre Formen zwischen den beiden organischen Reichen allmählich erlangt hatten und weiterhin mit der falschen Annahme, dass die grössre Mehrzahl derselben wohl gar keine selbstständigen Formen, sondern nur vorübergehende Entwicklungsstadien niederer Pflanzen seien. Erst gegen die zweite Hälfte der 70er Jahre machte sich allmählich das Bedürfniss geltend, die grosse Zahl der meist sehr unsicher erkannten Formen erneuter Untersuchung zu unterwerfen und dieses Bedürfniss fand dann seinen würdigen Ausdruck in dem grossen und umfassenden Werk Friedrichs von Stein, das auf immer einen Markstein in der Geschichte unsrer Abtheilung bilden wird.

Ueberschauen wir in gedrängter Kürze die hauptsächlichsten Leistungen zwischen Perty und Stein, so dürften wir zunächst unsre Aufmerksamkeit den Fortschritten auf dem Gebiet der Volvocinen zuzulenken haben. Mit der Gattung Volvox selbst beschäftigten sich zunächst in ziemlich eingehender Weise zwei englische Beobachter, Williamson (1851 u. 54, Nr. 71, u. 78) und Busk (1853, 77), welche beide die schon früher ausgesprochne An-

sicht über ihre vegetabilische Natur zu der ihrigen machten. Weiterhin schritten sie auf dem von Laurent eröffneten Weg fort, indem sie sämmtliche von Ehrenberg unterschiednen Volvoxarten für Modificationen einer und derselben Species erklären wollten, worin sie entschieden zu weit gingen. Sehr wichtig war dagegen der von Busk gelieferte Nachweis, dass Ehrenberg's Gattung Sphaerosira gleichfalls zu Volvox gehöre. Zwar blieb ihm noch die wahre Beziehung dieser Sphaerosira zu Volvox verborgen: dass dieselben nämlich die männlichen Individuen einer gewissen Volvoxart darstellte; dagegen beobachtete er zuerst die Entwicklung der Spermatozoidienhaufen näher, hielt sie aber für Tochterstöcke und den ganzen Vorgang also der gewöhnlichen Fortpflanzung des Volvox vergleichbar. Bemerkenswerth erscheint, dass Busk zuerst die contractile Vacuole der Volvoxzellen sicher nachwies, welche Beobachtung dann zuerst Claparède und Lachmann bestätigten (104).

Williamson's Hauptverdienst besteht in einer genaueren Untersuchung der Zusammensetzung der Volvoxkugeln. Er wies zuerst nach, dass jede Zelle in eine besondere weitabstehende und dicke Hülle eingelagert sei, und dass alle diese Hüllen in ihrer Zusammenlagerung eine sehr charakteristische hexagonale Zeichnung auf der Volvoxkugel hervorrufen.

Knüpfen wir an diese Untersuchungen der beiden englischen Forscher gleich die Bemerkung an, dass sich auch Fr. Stein etwa um dieselbe Zeit mit Untersuchungen über Volvox beschäftigte und als Frucht seiner Bemühungen 1854 (83) die wichtige Mittheilung machen konnte, dass sich, im Gegensatz zu den Resultaten der englischen Forscher, zwei sichere Arten unterscheiden liessen. In der gleichen Arbeit konnte Stein auch noch über die Fortpflanzung einiger verwandter Flagellaten (Chlorogonium und Spondylomorum) berichten.

Wie wir von früher wissen, hatte Cohn durch seine Arbeit über Haematococcus schon mit Erfolg das Gebiet der Flagellaten betreten; jetzt wandte auch er sich der Erforschung der eigentlichen Volvocineen zu und eröffnete die Reihe seiner wichtigen Arbeiten mit der Schilderung einer neuen und sehr interessanten Form, der Stephanosphaera pluvialis (1853, 81). Vier Jahre später (101) konnte er in Gemeinschaft mit Wichura die Kenntniss dieser Gattung weiter vervollständigen.

Von viel grösserer Bedeutung jedoch erscheint es, dass Cohn im Jahre 1856 (91) zuerst das richtige Verständniss für die Fortpflanzungserscheinungen der Gattung Volvox eröffnete. Zwar lagen die thatsächlichen Materialien zur Feststellung der geschlechtlichen Fortpflanzung des Volvox ziemlich ausreichend vor, wie wir schon gesehen, es bedurfte jedoch zu ihrer richtigen Würdigung eines genialen verbindenden Blicks und diesen besass Cohn. Doch waren auch eigene Untersuchungen nöthig, um die Bedeutung der Spermatozoën etc. festzustellen. Als Resultat der Cohn'schen Bestrebungen ging hervor, dass sich Volvox gewöhnlich parthogenetisch fortpflanze, dass jedoch hierauf geschlechtliche Vermehrung

eintrete und zwar liessen sich zwei Species unterscheiden, eine getrennt geschlechtliche und eine hermaphroditische, welche beide mit den schon von Stein unterschiednen zusammenfielen. Dagegen gelang es damals noch nicht, die Weiterentwicklung der befruchteten Eier festzustellen.

Carter (106) bestätigte im Jahre 1859 die Erfahrungen über die geschlechtliche Fortpflanzung des Volvox im Allgemeinen und konnte auch in Bombay eine monöcische und eine diöcische Art nachweisen. Nur in einem Punkt gelangte er erheblich weiter wie Cohn, indem er zuerst die Entstehung der geschlechtlichen Generation in der ungeschlechtlichen genauer ermittelte.

Verhältnissmässig spät nach seiner Begründung der Fortpflanzungslehre des Volvox schritt Cohn 1875 (147) nochmals zu einer Zusammenfassung eigner und fremder Erfahrungen über diesen Gegenstand, ohne dieselben jedoch in irgend welchen principiell wichtigen Theilen zu verändern.

Auch die Kenntniss nächstverwandter Volvocineen hatte in der Zwischenzeit von verschiedner Seite nicht unerhebliche Förderung erfahren.

Zunächst beschäftigte sich Cohn 1854 (86) mit einer sehr gründlichen Erforschung der Gattung Gonium, ohne dass jedoch das Studium dieser Form zu ähnlichen, allgemein wichtigen Resultaten geführt hätte, wie das von Volvox. Natürlich zweifelte Cohn nicht an der vegetabilischen Natur dieser Gattung, worin ihn auch ihre contractilen Vacuolen, die er entdeckte, nicht irre machten. Auch Fresenius beschäftigte sich im Jahre 1856 (98) mit dieser Gattung und der verwandten Pandorina, deren Organisation er genauer ermittelte als dies vor ihm geschehen war. Wir vervollständigen unsre historischen Bemerkungen über die Gattung Gonium gleich durch die Notiz, dass Warming und Cohn gleichzeitig im Jahre 1876 (156 und 162) die schon von Dujardin beobachtete vierzellige Goniumart (G. sociale) wiederfanden und eingehend studirten.

Besonders wichtige Aufschlüsse über die mit Volvox zunächst verwandte Gattung Eudorina konnte Carter im Jahre 1858 (105) veröffentlichen und darin nachweisen, dass sich bei dieser Gattung eine geschlechtliche Fortpflanzung findet, welche der von Volvox direct vergleichbar ist. Im Jahre 1859 (106) vervollständigte er seine Beobachtungen noch weiter, ohne jedoch eine ziemliche Zahl zweifelhafter Punkte vollständig zu lösen, welche theils durch Vermischung der beiden Gattungen Pandorina und Eudorina, theils durch eine Anzahl nicht sicher aufgeklärter Beobachtungen hervorgerufen wurden. Erst 1875 gelang es dann Goroshankin (154), die geschlechtliche Fortpflanzung der Eudorina wieder eingehend zu studiren und unsre Kenntniss wesentlich zu vervollständigen.

Einen besonders wichtigen Beitrag zur Fortpflanzungsgeschichte der Volvocineen verdanken wir Pringsheim, welcher im Jahre 1869 nachwies, dass auch im Leben der Pandorina geschlechtliche Fortpflanzung auftrete, jedoch in viel primitiverer Weise als bei den Gattungen Volvox und Eudorina, indem die sich copulirenden Zellen der Pandorina noch

nicht die scharfe Differenzirung in Spermatozoën und Eizellen zeigen, sondern im wesentlichen freigewordne, übereinstimmend gestaltete Schwärmzellen darstellen. Auch die allgemeine Organisation, sowie die ungeschlechtliche Vermehrung von Pandorina studirte Pringsheim genauer. Der Vorgang der geschlechtlichen Fortpflanzung der Pandorina vermittelte dann die Verknüpfung mit den entsprechenden Erscheinungen verwandter, nicht koloniebildender Formen, welche theils schon früher, theils später aufgefunden wurden, derjenigen Formen nämlich, welche sich um die Gattungen Chlamydomonas und Haematococcus gruppiren. Die Vermehrung, welche unsre Kenntniss dieser Formen in der Zwischenzeit erfahren hatte, muss uns jetzt noch kurze Zeit beschäftigen.

Die mit Chlamydomonas sehr nahe verwandte Gattung Polytoma untersuchte Ant. Schneider im Jahre 1854 (84) genauer; auch Cohn (86) beschäftigte sich gleichzeitig mit diesem Wesen und wollte es sogar direct zu Chlamydomonas ziehen. In ähnlicher Weise förderte Schneider auch die Kenntniss der Gattung Chilomonas und lieferte Beiträge zur Fortpflanzungsgeschichte des Chlorogonium, dessen Ruhezustände er zuerst auffand.

Mit der Vermehrung des Chlamydomonas im ruhenden Zustand beschäftigte sich Fresenius in den Jahren 1856 und 1858 (98, 102). Die ersten Erfahrungen über einen geschlechtlichen Fortpflanzungsprocess bei einem nahe verwandten Organismus machte im Jahre 1858 (105) der unermüdliche Carter, welcher gleichzeitig auch die Vermehrung von Chlamydomonas einer erneuten Untersuchung unterwarf. Die Form, bei welcher Carter eine geschlechtliche Fortpflanzung sehr wahrscheinlich machte, war der schon Ehrenberg bekannte Phaeotus lenticularis. Es gelang Carter hier die Bildung zahlreicher sehr kleiner Sprösslinge, sogen. Mikrogonidien, zu beobachten, deren copulative Vereinigung mit weiblichen Sprösslingen, welche durch Zerfall andrer Individuen in eine geringe Zahl von Theilproducten entstanden, sehr wahrscheinlich gemacht wurde.

Auf Grund dieser Erfahrung, sowie bei Berücksichtigung der Ergebnisse über die geschlechtliche Fortpflanzung von Volvox, musste sich natürlich die Vermuthung aufdrängen, dass auch die bei Haematococcus beobachtete Mikrogonidienbildung eine Bildung männlicher Schwärmzellen darstelle. Diese einst von Pringsheim geäusserte Ansicht liess sich nicht feststellen, dagegen zeigte es sich in den 70er Jahren, dass wenigstens bei Chlamydomonas und der nahe verwandten Gattung Carteria (Tetraselmis) Mikrogonidienbildung die geschlechtliche Fortpflanzung einleite, indem dieselbe durch Copulation solcher Mikrogonidien geschehe. Für die Gattung Carteria vermochte dies Rostafinski im Jahre 1871 (137) zu zeigen, später 1873, 1876 (157) erwies Reinhardt dieselbe Fortpflanzungserscheinung bei dem Chlamydomonas pulvisculus und Goroshankin (154) untersuchte bei dieser wie verwandten Form denselben Vorgang sehr eingehend.

Auch noch von anderer Seite hatte man sich bemüht, das Vorkommen von Copulationserscheinungen bei den Gattungen Chlamydomonas und Haematococcus nachzuweisen. Für die letztere Gattung versuchte dies schon Velten im Jahre 1871 (136), für die erstere Ant. Schneider 1878 (164), doch sind die Beobachtungen beider Forscher nicht gut mit denen der früher erwähnten in Einklang zu setzen, und die Velten's bezogen sich wohl sicher nicht auf wirkliche Copulationszustände.

Zur Vervollständigung unserer historischen Uebersicht über diese Vorgänge fügen wir hier gleich zu, dass in neuester Zeit (1882, 195—96) die geschlechtliche Fortpflanzung gleichfalls durch einen russischen Forscher, Krassilstschik, für die nahe verwandten Gattungen Polytoma und Chlorogonium erwiesen wurde. Nach einer andern Richtung verfolgte Cienkowsky im Jahre 1865 (118) die Gattungen Chlamydomonas und Haematococcus, indem er sich darzulegen bemühte, dass dieselben durch eigenthümliche Modificationen ihrer Theilung im ruhenden Zustand Entwicklungsformen darzubieten vermöchten, welche sich gewissen Palmellaceen aufs innigste anschlössen, so dass es nicht nur gerechtfertigt erscheine, sie zu dieser Gruppe der Algen zu ziehen, sondern sie seien auch geradezu mit gewissen Gattungen derselben zu vereinigen. Auch durch eingehenderes Studium einiger hierhergehöriger Formen brachte diese Arbeit Vermehrung unsres Wissens. Im Jahre 1870 (134) suchte Cienkowsky dieselben Beziehungen auch noch bei zwei weiteren Flagellatenformen nachzuweisen, einer Cryptomonas und der Chlamydomonade Vacuolaria, indem er auch bei ihnen den Palmellaceen ähnliche Entwicklungsstadien auffand. Auch die Entwicklungsgeschichte des von Ehrenberg zuerst gefundnen sogen. Colacium stentorinum (= Chlorangium St.) studirte er näher und suchte auch diesem eine Stellung bei der erwähnten Algengruppe zuzuertheilen.

Wenden wir uns nun zu einer kurzen Aufzählung der Fortschritte auf andern Flagellatengebieten, so müssen wir wieder zurückgreifen in den Anfang der fünfziger Jahre. Cohn beschäftigte sich nämlich in seiner im Jahre 1854 erschienenen Arbeit (86) auch eingehend mit der Flagellatengattung Antophysa.

Auch die parasitischen Flagellaten erregten das Interesse einer Reihe von Beobachtern. Scanzoni und Kölliker studirten 1855 (89) die Trichomonas vaginalis des Menschen näher, welcher später auch Hausmann (1870, 130) und Hennig (1870, 133) ihre Aufmerksamkeit zuwandten. Davaine (1854, 88) hatte zuerst auf das Vorkommen von Monaden im Darmkanal des Menschen aufmerksam gemacht, denen sich 1855 und 59 auch Mittheilungen von Hassal*) über das Vorkommen von Flagellaten im Urin zugesellten. Namentlich die Flagellaten des menschlichen Darmkanals nahmen weiterhin die Aufmerksamkeit zahlreicher Forscher in Anspruch; so beschäftigte sich mit diesem Gegenstand im Jahre 1859 und 60 Lambl (108—9), der auch noch späterhin im Jahre 1875 (155) neue

*) General Board of healths. London 1855, p. 293. The Lancet Novb. 1859.

Beobachtungen hinzufügte. Ueber ähnliche Fälle berichteten Eckekrantz (1869), Tham (1870), Marchand (1875) und Zencker (1878).

Auch das schon früher erwähnte parasitische flagellatenartige Trypanosoma fand neue Beobachter. Zunächst konnte Eberth 1861 (110) nachweisen, dass auch im Darm gewisser Vögel ein ähnlicher Organismus häufig vorkomme. Später 1871 (135) widmete Ray Lankester dem Trypanosoma des Froschblutes seine Aufmerksamkeit; auch Rättig studirte 1875 (150) diese Form, ohne ihre Kenntniss wesentlich zu fördern. In neuester Zeit (1883, 201) erhielten wir, wie hier gleich bemerkt werden mag, durch Mitrophanow genauere Mittheilungen über die Trypanosomen gewisser Fische und Certes (1882, 189) vermochte eine hierhergehörige Form im Darm der Auster nachzuweisen. Parasitische Flagellaten aus Insecten erwähnte Leydig 1859. Einen Versuch das über die parasitischen Flagellaten bekannte zusammenzufassen, machte Davaine 1875 (152). Um den historischen Ueberblick über dieses Gebiet der Flagellatenforschung zu beschliessen, sei hier gleich bemerkt, dass auch Stein in seinem grossen Flagellatenwerk deren Kenntniss erheblich förderte und später 1879 (172) Lewis, 1880 Cuningham (183) und 1882 namentlich Grassi (193) zu deren Kenntniss beitrugen; der letztere studirte eine ziemliche Anzahl der bei Thieren wie Menschen sich findenden Formen eingehender.

Indem wir wieder zu den freilebenden Flagellatenformen zurückkehren, wollen wir zunächst einen Blick auf bis jetzt noch nicht besprochene Leistungen des schon mehrfach erwähnten englischen Forschers Carter werfen. Gelegentlich seiner Studien der Infusorienwelt Bombay's untersuchte derselbe 1856 und 57 (100) namentlich die Euglenen und ihre nächsten Verwandten genauer. Aus diesen Studien zog er zunächst das Resultat, dass diese Formen in das Pflanzenreich zu verweisen seien. Ihre Organisation erkannte er in mancher Hinsicht besser, namentlich ermittelte er zuerst sicher die Existenz einer contractilen Vacuole und suchte das Vorkommen eines Copulationsprocesses wahrscheinlich zu machen. Viel Mühe verwendete er auf den Nachweis einer Fortpflanzung durch innere Keime oder Eier, ohne jedoch zu einem überzeugenden Resultat zu gelangen und indem er entschiedene Missgriffe beging, da er wenigstens bei einem Theil der Euglenen die Paramylonkörnchen für Eier erklärte. Andrerseits liess er sich auch sicher durch parasitische Eindringlinge irre führen. Weitere Beiträge zur Kenntniss der Euglenen lieferte unser Beobachter noch im Jahre 1869 (130), wo er eine Form mit sehr interessanter Cystenbildung beschrieb und sich auch mit Spondylomorum näher beschäftigte, dem er in sehr irriger Weise nähere Beziehungen zu Euglena und Pandorina zuschrieb. Sehr gut studirte Carter 1856 die Peranema trichophorum (seine Astasia limpida), deren Schlund, Kern und contractile Vacuole er wohl erkannte. Nach diesen Befunden beurtheilte er denn diese Form als ein entschieden thierisches Infusor. Auf verschiedene neue Formen, mit welchen Carter im Laufe seiner Untersuchungen

die Zahl der Flagellaten bereicherte, ist hier nicht der Ort näher einzugehen.

Auch Fresenius war noch weiterhin auf unsrem Gebiet thätig, indem er 1858 (102) einige Formen, worunter sehr wahrscheinlich die also von ihm zuerst gesehene Gattung Spongomonas, studirte und später 1865 (119) noch die interessante marine Gattung Oxyrrhis wiederfand, welche auch Cohn (122) ein Jahr später beschrieb.

Die bekannten Infusorienforscher Claparède und Lachmann wendeten in ihrem grossen Werk (1858—61, 104) nur vorübergehend ihre Aufmerksamkeit den Flagellaten zu, doch überzeugten sie sich von der Nahrungsaufnahme gewisser Formen und sahen den Schlund bei Peranema.

Ganz besondere Verdienste erwarb sich der schon früher erwähnte Cienkowsky um die Erforschung der Lebens- und Fortpflanzungsgeschichte einer Reihe einfacherer Flagellatenformen. Er eröffnete seine Untersuchungen im Jahre 1856 (95) mit Studien über eine sehr interessante Form, welche er später Monas Amyli nannte (die ich jedoch für wahrscheinlich identisch mit dem Bodo angustatus Duj. sp. [= Bodo gracilis St.] halte). Cienkowsky sah diese Form unter so eigenthümlichen Verhältnissen sich entwickeln, dass er zu der Ansicht gelangte, sie entstehe durch generatio primaria aus den Stärkekörnern der Kartoffelzellen. Noch in demselben Jahr beschäftigte sich auch Regel (106) mit diesem Gegenstand, ohne jedoch wesentlich weiter zu kommen, indem auch er noch daran festhielt, dass unsre Flagellate direct durch Umwandlung der Stärkekörner ihren Ursprung nähme. Erst 1859 (107) gelang es Cienkowsky, die Irrigkeit seiner ursprünglichen Ansicht zu erweisen, und die Lebens- und Fortpflanzungsgeschichte des Bodo angustatus damit sicher festzustellen; endlich führte er im Jahre 1865 (115) diese Untersuchung noch weiter aus und berichtete gleichzeitig über die Lebens- und Fortpflanzungsgeschichte einiger weiterer Formen. Darunter erregte namentlich eine grösseres Interesse, die C. jetzt zu einer besondern Gattung Pseudospora erhob und welche er schon früher 1858 (103) und 59 (107) eingehender studirt hatte. Dieselbe dringt in die Zellen verschiedener Fadenalgen ein und lebt hier parasitisch. Schon früher hatten sie verschiedene Beobachter parasitirend in Algen beobachtet, so Pringsheim 1852, Carter 1856 (99), Cohn 1856 (92) und gewöhnlich irrthümlich als eine Art Schwärmsporenbildung (sogen. Pseudogonidien Pringsheim's) beschrieben. Cienkowsky schilderte gleichzeitig noch zwei ähnliche parasitirende Formen seines Geschlechtes Pseudospora. Eine derselben hatte schon früher Hicks (1862, 111) in ihrem amöbenartigen Zustand im Volvox aufgefunden, jedoch ihre parasitische Natur nicht erkannt. Besonders eingehend stellte C. 1865 noch die Lebens- und Fortpflanzungsgeschichte des Bodo caudatus Duj. sp. (seiner Colpodella pugnax) dar und theilte gleichzeitig noch Erfahrungen über mehrere andere Formen mit. Als Resultat dieser Untersuchungen ergab sich, dass die erwähnten

Flagellaten häufig in einen geissellosen amöboiden Zustand übergehen, dass sie z. Th. in diesem Zustand copulirend verschmelzen können und zweierlei ruhende Zustände zu bilden im Stande sind; einen sogen. Zellzustand, der zur Vermehrung der Art durch Inhaltstheilung führt und einen sogen. Cystenzustand (Dauerzustand), der zu einer längeren Ruhe bestimmt scheint. Cienkowsky zog weiterhin aus seinen Untersuchungen den Schluss, dass seine Monadinen, zu welchen er jedoch auch gewisse Heliozoën (wie Vampyrella und Nuclearia) rechnete, thierischer Natur seien und da sie einerseits zu den Myxomyceten, andrerseits zu den Rhizopoden hinneigten, den Uebergang zwischen den beiden Reichen vermittelten.

Im Jahre 1870 konnte er unser Wissen von den Flagellaten durch die genaue Schilderung einer zuerst von Fresenius entdeckten Form der Spongomonadinen, der Gattung Spongomonas (Phalansterium Cienk. pr. p.) ansehnlich erweitern. Sehr wichtig war weiterhin die gleichzeitig gegebene genaue Schilderung der Monas guttula Ehrbg. (seine Spumella vulgaris), deren Nahrungsaufnahme und Encystirung er vorzüglich darstellte; einen ähnlichen Encystirungsprocess entdeckte er auch bei der neubeschriebnen Gattung Chromulina.

Im Jahre 1876 (159) berichtete Cienkowsky noch über eine jener interessanten Mittelformen zwischen Sarkodinen und Flagellaten, wodurch seine soeben mitgetheilte Ansicht über die nahen verwandtschaftlichen Beziehungen dieser Abtheilungen eine erneute Bestätigung erhielt. Die Kenntniss dieser für die Beziehung der beiden Protozoëngruppen so wichtigen Mittelformen war jedoch schon durch frühere Untersuchungen angebahnt worden. Schon Dujardin hatte auf die amöboiden Gestaltsänderungen gewisser Monadinen hingewiesen. Eine mit einer Geissel ausgerüstete Amöbe hatte Carter 1864 (117a) beschrieben; eine sehr ähnliche schilderte dann F. E. Schulze im Jahre 1875 (149) näher, und schon 1869 (129) hatte auch Tatem auf die Existenz derartiger Formen aufmerksam gemacht, suchte sie jedoch in den Entwicklungskreis der gewöhnlichen Amöben zu ziehen. Eine der Cienkowsky'schen sehr ähnliche, wenn nicht damit identische Form hatte derselbe englische Forscher schon 1872 (140) beobachtet, doch für einen Schwärmzustand der Actinophrys gehalten. Beiträge zur weiteren Kenntniss dieser Rhizomastigoda finden wir weiterhin in den Arbeiten von Frommentel (1874), Bütschli (1878), Stein (1878), S. Kent (1880) und Gruber (1881).

Einige vorzügliche Beiträge zur genaueren Kenntniss gewisser Flagellatenformen verdanken wir dem amerikanischen Forscher James-Clark, dessen im Jahre 1867 (125) erschienene wichtige Arbeit zwar ihren Schwerpunkt in der Schilderung der Choanoflagellata findet. Doch untersuchte er auch einige Flagellaten sehr genau, so die Gattungen Oikomonas, Anthophysa, Peranema und Anisonema, zu welchen er noch die zwei neuen, sehr interessanten Gattungen Bicosoeca und Codonoeca, sowie die in ihrer Stellung etwas unsichere, jedoch höchst interessante

Heteromastix hinzufügen konnte. Die Untersuchungen von James Clark gehören zu den besten, welche auf diesem Gebiet ausgeführt worden sind, und die in späterer Zeit zu erneuter Thätigkeit erwachte Flagellatenforschung verdankt jedenfalls im erheblichen Maasse seinen Arbeiten ihre Anregung.

Auch der bekannte Protozoënforscher Archer beschäftigte sich gelegentlich mit einigen Flagellaten, so verdanken wir ihm Beiträge zur Kenntniss der Gattungen Anthophysa (120), Anisonema (1872, 141), einer chlamydomonasähnlichen Form (1872, 142), Vacuolaria (1880) und Trachelomonas (1880).

Vor dem grossen Stein'schen Flagellatenwerk wurden, wie schon erwähnt, kaum Versuche einer umfassenderen Behandlung unsrer Gruppe gemacht; dennoch dürfen wir hier zwei derartige Unternehmen nicht übergehen, welche aber beide wenig erfolgreich waren. Im Jahre 1866 suchte Diesing in seiner Revision der Prothelminthen auch das System der Flagellaten zusammenzufassen und zu revidiren. Da jedoch eigene Anschauung der Formen dem Verfasser sonder Zweifel ganz abging, so erhob sich seine Arbeit nicht über den Werth einer Compilation von zum Theil sehr geringem Verständniss. Im Jahre 1874 schilderte Frommentel in seiner ausgedehnten Arbeit über die „Microzoaires" auch die zahlreichen von ihm beobachteten Flagellaten; doch sind seine Untersuchungen und Darstellungen so wenig auf der Höhe seiner Zeit, dass wir hier auf eine genauere Erörterung derselben verzichten dürfen. Wenn er auch einiges Neue sah, so kann doch seine Arbeit nicht als eine Förderung unsres Gegenstands bezeichnet werden.

Noch in die Zeit vor Stein fallen im wesentlichen auch die bemerkenswerthen Arbeiten zweier englischer Mikroskopiker Dallinger und Drysdale (1873—1875, 1878 u. 1880). Dieselben hatten sich die Aufgabe gestellt, die Lebensgeschichte einiger Flagellaten fauliger Infusionen möglichst genau zu erforschen. Obwohl die erzielten Resultate nicht mehr in unsern historischen Bericht gehören, scheint es doch rathsam, an dieser Stelle gleich einige Bemerkungen über den Charakter ihrer Arbeiten beizufügen. Die von ihnen gegebnen Lebens- und Fortpflanzungsgeschichten zeichnen sich durch grosse Vollständigkeit und Bestimmtheit der Darstellung aus. Die gefundenen Fortpflanzungserscheinungen lassen sich im Allgemeinen denen anreihen, welche schon Cienkowsky früher kennen lehrte. Bei gewissen Formen gehen jedoch unsre Forscher bis zur Annahme so kleiner Keime oder Sporen, dass die heutigen optischen Hülfsmittel zu deren Wahrnehmung nicht mehr ausreichen.

Da nun aber mancherlei in ihren Darstellungen sich auf Grund anderweitiger Erfahrungen als positiv unrichtig nachweisen lässt, wie wir später sehen werden, und andrerseits auch die beiden englischen Forscher in der Deutung mancher Organisationsverhältnisse der untersuchten Formen eine merkwürdige Unkenntniss verrathen, sowie es verschmäht haben, die Arbeiten andrer Beobachter auf diesem Gebiet auch nur im Geringsten zu

berücksichtigen, so scheint es geboten, manche der so positiven Angaben unsrer beiden Forscher zunächst mit einer gewissen Reserve zu betrachten, . bis eine genauere Nachuntersuchung ihre Berechtigung aufgeklärt hat.

Unter den biologischen Erfahrungen unsrer Forscher sind namentlich diejenigen über die Widerstandsfähigkeit der Keime gegen die Wirkung erhöhter Temperatur von besondrem Interesse, worüber Dallinger im Jahre 1880 noch eine besondre, eingehende Arbeit veröffentlichte, deren Resultate mir jedoch aus den schon oben namhaft gemachten Gründen einer Controle bedürftig erscheinen.

Um unsre Uebersicht der vorstein'schen Epoche der Flagellatenforschung zu vervollständigen, wäre hier noch nachzutragen, dass Häckel im Jahre 1870 einen eigenthümlichen marinen Organismus, die sogen. Magosphaera entdeckte*), der er nahe Beziehungen zu den Volvocineen zuschrieb, obgleich er es vorzog, eine besondre Gruppe der Catallacten seiner Protisten zur Aufnahme dieser Form zu errichten. Dieser in seiner Stellung bis jetzt noch zweifelhafte Organismus gab dann später mehrfach Veranlassung, echte und sichere Flagellaten, wie die Gattungen Synura und Uroglena zu dieser Gruppe hinzuziehen zu wollen, namentlich suchte dies Grimm 1872 und 73 durchzuführen, indem er einen der Magosphaera ähnlichen Entwicklungsgang auch bei diesen beiden Gattungen nachweisen wollte.

Kurz vor das Erscheinen der Stein'schen Flagellaten fällt eine Arbeit Bütschli's über eine Reihe hierhergehöriger Formen (1878, 171). Das Bedürfniss nach einem genaueren Verständniss der Organisation unsrer Gruppe hatte diese Arbeit, welche noch weiter ausgedehnt werden sollte, hervorgerufen. Sie sucht daher auch wesentlich die Bauverhältnisse der studirten Formen genauer zu ermitteln.

Ende des Jahres 1878 publicirte Stein den 1. Band seines umfassenden Flagellatenwerkes, an dem er mehrere Jahre andauernd gearbeitet hatte. Leider liegt auch bis heute nur dieser 1. Band vor, der die äusserst eingehende geschichtliche Einleitung (jedoch ebenfalls nur deren erste Hälfte etwa) und die Tafeln brachte. Aus diesen und den zahlreichen in die historische Besprechung eingestreuten Bemerkungen ergibt sich jedoch auch schon Vieles über des Verfassers Ansichten. Das Werk wird wegen des Reichthums der geschilderten und vorzüglich illustrirten Formen, wie wegen der anerkannten Genauigkeit der Stein'schen Untersuchungen stets als ein grundlegendes bezeichnet werden müssen. Wir dürfen daher wohl mit Recht eine neue Epoche der Flagellatenforschung mit seinem Erscheinen beginnen lassen, eine Epoche, deren weitere Entwicklung erst die Zukunft bringen soll. Der reiche Inhalt des Stein'schen Werkes wird späterhin seine Darstellung finden; hier wollen wir nur weniges über den Um-

*) Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Nat. VI. 1871.

fang, welchen Stein seinen Flagellaten gibt, bemerken. Für Stein gelten alle diejenigen Formen als thierische Flagellaten, die mit dem Besitz von Geisseln das Vorhandensein eines Kernes und contractiler Vacuolen verbinden. Daher sind ihm auch alle Volvocineen, welche, wie früher gezeigt wurde, die Botaniker seit längerer Zeit für sich beanspruchten, echt thierische Formen. Die Gegenwart dieser beiden Organisationsbestandtheile glaubt er als entscheidende Kriterien der thierischen Natur, gegenüber den nächststehenden einzelligen Pflanzen und den Schwärmsporen der Algen, auffassen zu dürfen. Dabei hatte er übersehen, dass gerade bei den Schwärmsporen gewisser Algen contractile Vacuole wie Kern schon früher beobachtet worden waren, womit diese künstliche Grenze der beiden organischen Reihen eigentlich hinfällig war, bevor sie aufgestellt wurde. Auf diesen schwachen Punkt der Stein'schen Flagellatenbegrenzung wiesen dann auch schon 1879 Maupas (175) und G. Entz hin.

In der kurzen Zeit, welche seit dem Erscheinen des 1. Bandes der Stein'schen Flagellaten verflossen ist, sind nichtsdestoweniger einige wichtige Arbeiten über unsre Gruppe publicirt worden. Mereschkowsky studirte 1879 (174) eine Reihe Formen des nördlichen Russlands und im Jahre 1880 begann S. Kent die Publication seines umfangreichen Werkes „A manual of infusoria". Dasselbe stellte sich die Aufgabe, eine umfassende Darstellung sämmtlicher beschriebner Mastigophoren und Infusorien zu geben. Obgleich daher vielfach nur Compilation, hat der Verfasser doch seit einer Reihe von Jahren die Flagellaten auch selbst studirt und daher umschliesst seine Arbeit auch eine reiche Fülle eigner Studien und Beobachtungen.

Da dieselben im speciellen Theil zur Betrachtung gelangen müssen, so sei hier nur unser Urtheil über die Gesammtbedeutung des Werkes hervorgehoben. Kent's werthvolle Bestrebungen werden leider z. Th. etwas beeinträchtigt durch einen Mangel an Kritik der zu verwerthenden Arbeiten. Dieser Mangel an kritischer Beurtheilung seiner Vorgänger lässt der Vermuthung Raum, dass er auch z. Th. gegen seine eignen Untersuchungen nicht so kritisch vorgegangen ist, wie wünschenswerth gewesen wäre.

Der neuesten Zeit gehören einige Arbeiten von J. Künstler an (190—92), dessen Untersuchungen über einige Flagellaten ihn zu Vorstellungen über die Bauweise derselben führten, die von denen der übrigen Forscher sehr abweichen. Nach Künstler's Untersuchungen, deren Hauptergebnisse späterer Darstellung vorbehalten bleiben müssen, wäre die Organisation unsrer Wesen bei weitem nicht so einfach, wie sie seither gefunden wurde; auch wäre es hiernach nicht wohl möglich, den Bau derselben auf das Schema einer einfachen Zelle zurückzuführen, wie dies seit langer Zeit gerade für die Flagellaten erwiesen und festgehalten worden ist.

Eine zusammenfassende Uebersicht über die Fortpflanzungs- und Entwicklungserscheinungen der Mastigophoren überhaupt veröffentlichte

neuerdings Balbiani (199). G. Klebs (206) erforschte die umfangreiche Gruppe der Eugleninen sehr eingehend und seine Untersuchungen werden uns daher im Folgenden vielfach beschäftigen*).

Unsre heutigen Kenntnisse der Gruppe der Flagellaten sind, wie aus der leider sehr angeschwollnen historischen Uebersicht hervorgeht, ziemlich umfangreiche geworden; dennoch lassen noch sehr zahlreiche Organisations- und namentlich Fortpflanzungsverhältnisse eine genauere Aufklärung dringend wünschen. Dies ist um so mehr der Fall, da die Abtheilung der Flagellaten und die gesammte Klasse der Mastigophora überhaupt, hinsichtlich der nahen Beziehungen zwischen den beiden organischen Reihen, wie rücksichtlich der Verwandtschaftsverhältnisse der Protozoënklassen unter einander, ohne Zweifel eine ganz besondere Bedeutung besitzen.

2. Literatur**).

1. **Harris, S.,** Some microscopical observations of vast numbers of Animalcula seen in Water. Philosophical Transactions Vol. 19. f. the y. 1695—97, p. 254—259 (Euglena).
2. **Leeuwenhoek, A. v.,** Epistolae ad societat. regiam anglicam seu continuatio mir. Arcanorum Naturae detectorum. Lugd. Batavorum 1719. (Opera omnia T. III.) Epistola 122. pag. 149—154. Figg. (Volvox).
   —— ibid. Epist. 144. pag. 381—94 (Haematococcus).
   —— Opera omnia T. IV. Epistolae physiologicae p. 284—85 (Polytoma).
3. **Baker, H.,** Beiträge zum nützl. u. vergn. Gebrauch u. Verbesser. des Microscopii etc. (ins Deutsche übers.). Augsburg 1754. (Volvox p. 420).
4. **Geer, C. de,** Beskrifning of Klot-Masken. Vetensk. Acad. Handling. XXII. 1761. p. 111 bis 116. Taf. III. (Volvox).
5. **Wrisberg, H. A.,** Observ. de animalcul. infusor. satura. Göttingen 1765.
6. ***Müller, O. F.,** Vermium terrestr. et fluviatil. seu animal. infusorior. etc. historia. Havniae et Lipsiae 1773.
7. **Goeze, J. A. E.,** Bonnet's kleine Abhandlungen zur Insectologie. 1773, nebst einer Nachlese 1774 (Gonium).
8. **Schrank, Fr. Paula von,** Beiträge zur Naturgeschichte 1776 (Gonium und Volvox).
9. **Spallanzani, L.,** Opuscules physiologiques anim. et végét., tr. de l'ital. p. J. Senebier et augm. etc. 2 Vols. 6 pl.
10. **Eichhorn, J. C.,** Beiträge zur Naturgesch. der kleinst. Wasserthiere. Berlin und Stettin 1781 (Volvox p. 26, grüne Monaden p. 73).
11. **Müller, O. F.,** (Kongl. svensk vetenskabs Akademien nya Handlingar II. p. 12. Taf. 1). Kleine Schriften aus der Naturhistorie. Dessau 1782, herausgeg. von Goeze. p. 15—21. Taf. 4 (Gonium).
12. **Müller, O. Fr.,** Animalcula infusoria fluviatilia et marina. Hauniae 1786.
13. **Girod de Chantrans, C.,** Observations microscopiques s. les plantes cryptogames. Bullet. des sciences, p. la société philomathique de Paris. I. p. 42—44 (1797).
   —— Recherches chimiques et microscopiques s. les Conferves, Bisses, Tremelles etc. Paris 1802. p. 54 u. 186. pl. VIII. (Haematococcus.)

*) Da die wichtige Arbeit von Klebs erst erschien, als die grössere Hälfte des Manuscriptes schon niedergeschrieben war, so habe ich Manches nicht so eingreifend zu ändern versucht, als dies wohl geschehen, wenn mir diese Arbeit zuvor bekannt gewesen wäre. Hierzu bestimmte mich weiterhin noch der Umstand, dass ich durch eigene, aus dem Jahre 1877 datirende Beobachtungen, sowie durch Ueberlegungen in manchen Punkten selbstständig zu mit den seinigen übereinstimmenden Ansichten gelangt war.

**) Einschliesslich der über die Craspedomonadina. (Die Werke, welche auch diese behandeln, sind mit * bezeichnet.) Ueber weitere ältere Literatur bis auf Ehrenberg siehe bei diesem Nr. 32.

14. **Schrank, Fr. Paula von,** Fauna boica Bd. III. 1803. p. 76.

15. **Turpin, P. J. F.,** Aperçu organographique sur le nombre Deux. Mém. du Mus. XVI. p. 322. 1828. 1 Tf. (Gonium).

16. **Ehrenberg, Chr. G.,** Die geographische Verbreitung der Infusionsthierchen in N. Afrika u. W. Asien, in: Abh. der Berliner Akademie a. d. J. 1829. p. 1—20.

17. —— Neue Beobachtungen über blutartige Erscheinungen in Aegypten, Arabien und Sibirien etc. Poggendorff's Annalen Bd. 94. 1830. p. 477—514.

18. —— Beitrag zur Kenntn. der Infusorien u. ihrer geogr. Verbreit., besonders in Sibirien. Abh. d. Berl. Akad. a. d. J. 1830. p. 1—88. 8 Tfln.

19. —— Ueber die Entwickl. u. die Lebensdauer d. Infusionsthiere etc. Abh. d. Berl. Akad. a. d. J. 1831. p. 1—154. 4 Tfln.

20. —— Dritter Beitrag zur Erkenntniss grosser Organisation in der Richtung des kleinsten Raumes. Abh. d. Berl. Akad. a. d. J. 1833. p. 145—336. 11 Tf.

21. —— Zusätze zur Erkenntn. grosser organ. Ausbildung in den kleinsten thier. Organismen. Abh. d. Berl. Akad. a. d. J. 1835. p. 151—180. 1 Tf.

22. **Donné, A.,** Rech. microsc. sur la nature du mucus, Paris 1837 (Trichomonas).
—— (Auch: Cours de microscopie. Paris 1844. p. 157—61. fig. 33.)

23. **Dujardin, F.,** Observations s. les rhizopodes et les infusoires. Compt. rend. Ac. sc. Paris 1835. p. 338—40.

24. —— Rech. s. l. organism. inf. Ann. sc. nat. 2. sér. Zoologie (I—III). Tome 4. 1835. p. 343—377. Tf. 9—11 und IV. Tome V. 1836. p. 193—205. Tf. 9.

25. —— Note s. les infusoires. Compt. rendus Ac. sc. T. 2. 1836, p. 104—107.

26. —— Sur les infus. munis d'un double filament locomoteur. Ann. sc. nat. 2. sér. Zool. T. 8. 1837. p. 305—9.

27. —— Sur le Volvox végétant de Müller. (Antophysa Bory). Ann. sc. nat. (2) T. 10. p. 13—16. Tf. 1, fig. 6.

28. —— Sur les Monades à filament multiple ibid. T. 10. 1838. p. 17—20.

29. —— Mémoire sur l'organisation des infusoires. Ann. sc. nat (2). Zool. T. 8. p. 230—315. pl. 14—15.

30. —— Sur les infusoires proprem. dits. Ann. franç. et étrang. d'Anat. T. 3. 1839.

31. —— Mém. sur une Classification des infusoires etc. Compt. rend. Acad. sc. Paris T. 11. 1840. p. 281—286.

32. ***Ehrenberg, Chr. G.,** Die Infusionsthiere als vollkommne Organismen. Berlin und Leipzig 1838.

33. **Dunal, F.,** Sur les Alges qui colorent en rouge certaines eaux des marais salans méditerranéens. Ann. des sc. nat. II. sér. Botanique. T. IX. p. 172—175. 1838 (Haematococcus).

34. **Joly, N.,** Histoire d'un petit crustacé (Artemia salina Leach.), auquel on a faussem. attrib. la colorat. en rouge des marais etc. Ann. des sc. nat. Zoologie (2). T. XIII 1840. p. 225—90. pl. 7—8 (Haematococcus).

35. **Meyen, J.,** Noch einige Mittheilungen über rothen und grünen Schnee. Arch. f. Naturgeschichte 1840. I. p. 166—71 (Euglena).

36. **Ehrenberg, Ch. G.,** Beobachtungen von 274 Infusorienarten. Monatsber. d. Berl. Akad. 1840. p. 197—219.

37. **Shuttleworth, R. J.,** Nouvelles observations s. la matière colorante de la neige rouge. Bibliothèque universelle de Genève. T. XIV. 1840. 1 Tf.

38. **Werneck,** Untersuchungen über mikroskop. Organismen in der Umgebung von Salzburg (mitgeth. von Ehrenberg). Monatsber. d. Berl. Akad. 1841. p. 102—110 u. p. 373—377.

39. **Dujardin, F.,** Histoire naturelle des Zoophytes Infusoires, Paris 1841.

40. **Morren, Aug. et Charl.,** Recherch. phys. sur les Hydrophytes de Belgique. 3. Mém. Nouv. Mémoires Acad. roy. de Bruxelles 1841. T XIV. p. 1—46. pl. I—III.

41. —— 4. Mém. Rech. sur la rubéfaction des eaux. p. 1—50. pl. IV—V.

42. **Valentin, G.,** Ueber ein Entozoon im Blute von Salmo Fario. Muller's Arch. f. Anat. u. Physiol. 1841. p. 435. Tf. XV. (Trypanosoma)

43. **Gluge, G.,** Ueber ein eigenthümliches Entozoon im Blute des Frosches. Müller's Arch. f. Anat. u. Physiol. 1842. p. 148. (Trypanosoma).

44. **Mayer, A. F. J. C.,** Spicilegium observationum anatom. de Organo electrico in Raiis anelectricis et de Haematozois. Bonnae 1843. p. 11 u. p. 10. Tab. III. (Trypanosoma).

45. **Gruby, M.,** Sur une nouvelle espèce d'hematozoaires, Trypanosoma sanguinis. Compt. rend. Ac sc Paris. T. 17. 1843. p. 1134—1136 u. Ann. d. sc. nat. Zool. (3) I. 1844. p. 104—107. Tf. 1. B.

46. **Gruby et Delafond,** Recherches s. les animalcules se développ. dans l'estomac et d. les intest. des anim. herbiv. et carniv. Compt. rend. Acad. 1843. T. 17. p. 1304—8.

47. **Hammerschmidt, C. E.,** Neues Entozoon im Harn der Schlangen. Heller's Arch. f. phys. u. patholog. Chemie u. Mikrosk. Jahrg. 1844. 1. Heft. p 83. T. 1. Figg. 7—8.

48. **Agassiz,** Geologische Alpenreisen. Verfasst von E. Desor. Frankfurt a. M. 1844. p. 234—240. Tf. 1.

49. **Kützing,** Ueber die Verwandlung der Infusorien in niedere Algenformen. Nordhausen 1844.

50. **Flotow, J. v.,** Ueber Haematococcus pluvialis. Nova Act. Ac. C. L. C. N. C. Vol. XX. P. II. 1844. p. 413—606. Tf. 24—26.

51. **Eichwald, v.,** Zur Infusorienkunde Russlands. Bullet. soc. imp. des natur. de Moscou. T. XVII. 1844 p. 480—635 u. p. 702—706.

52. —— Erster Nachtrag zur Infusorienkunde Russlands. Bullet. soc. natur. de Moscou T. XX. 1847. p. 285—366. Tf. VIII—IX.

53. —— Zweiter Nachtrag. Ibid. T. XXII. 1849. p. 400—548. Tf.

54. —— Dritter Nachtrag. Ibid. T. XXV. 1852. p. 388—536. Tf.

55. **Weisse, J. Fr.,** Beschreibung einiger neuer Infusorien, welche in steh. Gewässern bei St. Petersburg vorkommen. Bullet. physic. math. Acad. de St. Pétersbourg. T. IV. 1845. p. 138—144. Tf. 1—2.

56. **Schmarda, L. K.,** Kleine Beiträge zur Naturgesch. der Infusorien. Wien 1846. 2 Tf.

56a. **Leidy, J.,** Proc. Acad. n. sc. Philadelphia III. 1846—47. p. 100—01; ibid. V. 1850—51. p. 100; Amer. philos. soc. Transact. X. 1853. p. 241—44; Proc. Ac. Philadelph. VIII. 1856. p. 42—58.

57. **Weisse, J. F.,** Ueber Doxococcus globulus nebst Beschr. dreier neuer Infusorien. Bullet. physic.-mathem. Acad. imp. Petersb. T. V. 1847. p. 225—230. fig 1—3.

58. **Focke, G. W.,** Physiologische Studien. 1. Heft. Bremen 1847. 3 Tf; 2. Heft. 1854. 3 Tf.

59. **Ehrenberg, Ch. G.,** Beobachtung zweier genetisch neuer Formen des Frühlingsgewässers bei Berlin als lebhaft grüne Wasserfärbung. Monatsber. d. Berl. Akad. 1848. p. 233—37.

60. **Perty, M.,** Die Bewegung durch schwingende mikroskopische Organe im Thier- und Pflanzenreiche. Bern 1848.

61. **Weisse, J. F.,** Ueber die Vermehrungsweise des Chlorogonium euchlorum Ehrbg. Bullet. soc. imp. de Moscou. VI. 1848. p. 312—317. (Auch Arch. f. Naturgesch. 1848. Bd. I. p. 68—71.)

62. **Laurent, P.,** Sur la reproduction du Volvox globator. Soc. philom extr. proc. verb. 1848. p. 41—42. 1849. p. 62—64. (Auch l'Institut T. XVI. 1848. p. 183—184 und XVII. 1849. p 219—20.)

63. **Siebold, Th. v.,** Ueber einzellige Pflanzen u. Thiere. Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. I. 1849. p. 270—294.

64. **Bailey, J. W.,** Microscopical observations made in South Carolina, Georgia a. Florida. Smithsonian Contributions to knowledge. Vol. II. 1850.

65. **Schmarda, L. K.,** Neue Formen von Infusorien. Denkschr. d. Wien. Ak. Bd. I. 1850. II. Abth p 9—11. Taf. III.

66. **Cohn, Ferd.,** Nachträge zur Naturgesch. des Protococcus pluvialis Kütz. etc. Nov. Act. Acad. Caes. Leop. Vol. XXII. P. II. 1850. p. 607—764. Tf 67 A u. B.

67. **Thuret, G.,** Recherches sur les zoospores des Algues et les anthéridies des cryptogames. Ann d sc nat. Botanique (3) T. XIV. 1850. p. 214—260, pl. 16—31.

68. **Wedl, C.,** Beiträge zur Lehre von den Hämatozoën. Denkschr. d. Wiener Akad. I. 1850. 2. Abth. p. 15—25. Tf. V. (Trypanosoma).

69. **Gottlieb, J.,** Ueber eine neue mit Stärkemehl isomere Substanz. Annalen der Chemie und Pharmacie Bd 75. 1851. p 51—61 (Paramylon der Euglena). Weiteres siehe bei Habermann, ibid. (N. R) Bd 96. 1874. p. 13.

70. **Braun, Al.,** Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur. 3 Tf. Leipzig 1851.

71. **Williamson, W. C.,**
Transact. of the liter. and philos. soc. of Manchester, Vol. IX. 1851 (Volvox).

72. **Ecker, A.,** Zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. 1851—52. p. 412—15. Tf. XIII. (Cercomonas).

73. **Leydig,** Zur Anat. und Entwickl. der Lacinularia socialis. Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. III. 1851. p. 474. Tf. XVII. (Trypanosoma).
—— Lehrbuch der Histologie. 1857. p. 346.

74. **Weisse, J. F.,** Ueber die Lichtscheu der Cryptomonas curvata. Bullet. de la cl. phys.-mathém. Acad. impér. de St. Pétersbourg. T. VII. 1849. p. 312—13.

75. **Burnett, W. J.,** On organic relations of some of the Infusoria, includ. investigations concern. the structure and nature of the genus Bodo. Proc. Bost. soc. nat. hist. 1851. Vol. 4. 1851–54. p, 124—125.

76. **Perty, M.,** Zur Kenntniss kleinster Lebensformen nach Bau, Functionen, Systematik etc. Bern 1852. 17 Tf.

77. **Busk, G.,** Some observations on the structure and development of Volvox globator etc. Transact. Quart. journ. micr. sc. (N. s.) I. 1853. p. 31—45. Tf V.

78. **Williamson, W. C.,** Further elucidations of the structure of Volvox globator. Transact. micr. soc. London. (N. s.) Vol. I. 1853. p. 45—46. Pl. VI.

79. **Cohn, F.,** Beiträge zur Entwicklungsgesch. der Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VI. 1853. p. 253—281.

80. **Ehrenberg, Chr. G.,** Ueber die neuerlich bei Berlin vorgekommenen neuen Formen des mikroskopischen Lebens. Monatsber. der Berl. Akad. 1853. p. 184—194.

81. **Cohn, F.,** Ueber eine neue Gattung aus der Fam. der Volvocinen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. 1853. p. 77—116. Tf. IV. (Stephanosphaera).

82. **Angström, A. J.,** Ueber die grüne Farbe der Pflanzen. Poggendorff's Annalen der Phys. u. Chemie Bd. 169. 1854. p. 475. Tf. IV. (Aus Kongl. vetensk. Ak. Forhandl. 1853. p. 246.)

83. ***Stein, Fr.,** Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgesch. untersucht. Leipzig 1854.

84. **Schneider, Ant.,** Beiträge zur Naturgesch. der Infusorien. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1854. p. 191—207. 1 Tf.

85. **Schmarda, L. K.,** Zur Naturgesch. Aegyptens. Denkschr. d. Wien. Akad. 1844. II. Abth. p. 1—28. Tf. I. VI. u. VII.

86. **Cohn, F.,** Untersuchung über die Entwicklungsgesch. der mikroskop. Algen u. Pilze. Nov. Act. Acad, Caes. Leop. Carol. Vol. XXIV. 1854. p. 101—256. Tf. 15—20.

87. **Weisse, J, F.,** Ueber den Lebenslauf der Euglena. Bullet. phys.-math. de l'Acad. de St. Pétersb. T. XII. 1854. p. 169—74.

88. **Davaine,** Sur des animalc. infus. trouv. d les selles de malades atteints du choléra et d'autres maladies. (Compt. rend. soc. de biologie 2. sér. T. I. p. 129. 1854.)

89 a. **Scanzoni, F. W.,** Beiträge zur Geburtskunde. Bd. II. 1855 p. 131—137. Tf. III. (Trichomonas).

89 b. **Scanzoni, F. W. et Koelliker, A.,** Quelques remarques s. le Trichomonas vaginal de Donné. Compt. rend. T. XL. 1855. p. 1076—77.

90. **Cienkowsky, L.,** Ueber Cystenbildung bei Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool Bd. VI. 1855. p. 301—5. Tf. XI.

91. **Cohn, F.,** Observations s. les Volvocinées etc. Ann. sc. nat. Botan. (IV. s) T. V. p. 323—332 (sowie 34 Jahresber. der schles. Ges. f. vaterl Cultur f. 1856. p. 39—40 und p. 77–83).

92. **Cohn, F.,** Ueber pilz- und monadenartige Gebilde in geschlossenen Pflanzenzellen. 34. Jahresber. der schles. Ges. f. vaterl. Cultur f. d. J. 1856. p. 37—38.

93. **Henfrey, A.,** Notes on some freshwater confervoid. Algae, new to Britain. Transact. of the microscop. soc. of London. N. s. Vol. IV. 1856. p. 49—54. pl. IV. (Eudorina).

94. **Weisse, J. F.,** Eine kleine Zugabe zu A. Schneider's Beiträgen zur Naturgesch. der Infusorien. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1856. Tf. IV. A.

95. **Cienkowsky, L.,** Zur Genesis eines einzelligen Organismus. Bullet. phys.-mathém. Acad. St. Pétersbourg. T. XIV. 1856. p. 261—67. 2 Tf. (Bodo angustatus).

96. **Regel, E.,** Professor Cienkowsky's Entdeckung und Urerzeugung. Botan. Zeit. 1856. p. 665–72 u. 681—87. Tf. XII. (Bodo angustatus)

97. **Merklin, C. E. von,** Nachtr. Bemerk. zur Kartoffelkrankheit. Bullet. soc. imp. des natur. de Moscou. 1856. p. 301—6 (Bodo angustatus).

98. **Fresenius, G.,** Ueber die Algengatt. Pandorina, Gonium und Raphidium. Abhdl. der Senckenberg. naturf. Gesellsch. Bd. II. 1856—58. p. 187—200. Tf. VIII.

99. **Carter, H. J.,** Further observat. on the development of Gonidia (?) from the cell-contents of the Characeae and on the circul. of the Mucus-substance of the cell. Ann. mag. nat. hist. (II) XVII. 1856. p. 101—127. pl. IX.

100 a. —— Notes on the freshwater infusoria of the island of Bombay. Ann. mag. nat. hist. (II) XVIII. 1856. p. 115–132 u. 221—249. pl. V—VIII.

100 b. —— Additional notes on the freshwater infusoria. Ann. mag. nat. hist. (II) XX. p. 34. 1857. T. I.

101. **Cohn, F., und Wichura, M.,** Ueber Stephanosphaera pluvialis. Nov. Act. Acad Caes. Leop. Carol. Vol. XXVI. P. I. Nachtr. 1857. 32 pp. 2 Tf.

102. *Fresenius, G., Beiträge zur Kenntniss mikroskopischer Organismen. Abhandl. der Senckenberg. naturf. Gesellsch. Bd. II. 1858.
103. Cienkowsky, L., Die Pseudogonidien. Pringsheim's Jahrbücher für wiss. Botanik. I. 1858. p. 371—76. Tf. XIV.
104. Claparède, E. et Lachmann, J., Études s. les infusoires et rhizopodes. Mém. de l'inst. Génevois. T. V—VII. 1858—61. (I. p. 40—42 und II. p. 42—68.)
105. Carter, H. J., On Fecundation in Eudorina elegans and Cryptoglena. Ann. mag. nat. hist. (III) II. 1858. p. 237—253. pl. VIII.
106, —— On Fecundation in the two Volvoces and their specific. differences. Ann. mag. nat. hist. III. ser. III. 1859. p. 1—20. Pl. 1.
107. Cienkowsky, L., Ueber einen Beweis für die Generatio primaria. Bullet. phys.-math. Acad. imp. St. Pétersbourg. T. XVII. 1859. p. 81—95. 1 Tf.
108. Lambl, W., Mikroskop. Untersuch. der Darmexcrete. Prager medic. Vierteljahrschr. 1859. N. Folge Bd. I. (Bd. 61 der ganzen Folge). p. 1—58. Tf. I—IV.
109. Löschner und Lambl, Aus dem Franz-Joseph-Kinderspitale in Prag. 1860. Th. 1 p. 361—365. Tf. 18. A.
110. Eberth, J., Ueber ein neues Infusorium im Darm verschiedner Vögel. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XI. 1861. p. 98—99 (Trypanosoma).
111. Hicks, J. Br., Observat. on vegetable amoeboid bodies. Quart. journ. micr. sc. N. s. Vol. II. 1862. p. 96—103 (Volvox).
112. Weisse, J. Fr., Verzeichniss aller von mir in einem 30jähr. Zeitr. zu St. Petersburg beobachtet. Infusorien, Bacillarien und Räderthiere. Bullet. de la soc. imp. d. natur. de Moscou. T. XXXVI. 1863. p. 236—246. (Siehe unter den früheren Verzeichnissen in Bullet. phys.-mathém. Acad. imp. St. Pétersb. namentl. T. III. p. 19 und 333, V. p 39, VI. p. 106. VII. p. 310. VIII. p. 297. IX. p. 76.
113. Perty, M., Bemerkungen uber Infusorien. Verh. der schweiz. naturf. Gesellsch. 1864 zu Zürich. p. 527—536.
114. —— Ueber die Identität einiger Algen- und Infusoriensippen. Mittheil. der naturf. Gesellsch. zu Bern a. d. J. 1863. p. 90—94.
115. Cienkowsky, L., Beiträge zur Kenntniss der Monaden. Arch. f. mikroskop. Anat. I. 1865. p. 203—32. Tf. XII—XIV.
116. Cohn, F., Ueber die Gesetze der Bewegung mikroskopischer Thiere und Pflanzen unter Einfluss des Lichtes. Berichte über die Thätigk. der naturw. Sect. der schles. Gesellsch. 1864. p. 35—36; s. a. 1863, p. 102. 41. Jahresber.
117a. Carter, H. J., On the freshwater Rhizopoda of England and India. Ann. mag. nat. hist (3) XIII. 1864. p. 18. T. I—II (Amoeba monociliata).
117b. —— On the fresh- and saltwater Rhizopoda of England and India. Ann. mag. nat. hist. (III) XV. 1865. p. 277—93. pl. XII (Collodictyon).
118. Cienkowky, L., Die chlorophyllhaltigen Gloeocapsen. Botan. Zeitung 1865. Jahrg. 23. p. 21—27. Tf. I.
119. Fresenius, G., Die Infusorien des Seewasseraquariums, in: Der zoologische Garten 1865 (Oxyrrhis).
120. Archer, W., Ueber Antophysa Mülleri. Quart. journ. of microsc. sc. N. s. Vol. VI. 1866. p. 182.
121. Diesing, K. M., Revision der Prothelminthen. Sitzb. der math.-nat. Kl. d. Akad. zu Wien. Bd. LII. 1866. p. 287—402.
122. Cohn, F., Neue Infusorien im Seeaquarium, in: Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 16. 1866 (Oxyrrhis).
123. Famintzin, A., Action de la lumière sur les mouvements du Chlamydomonas pulvisculus, de l'Euglena viridis et l'Oscillatoria insignis. Bullet. Acad. impér. St. Pétersb. Vol. X. 1866. p. 534—48.
124. James-Clark, A. B., On the structure and habits of Antophysa Mülleri etc. Ann. mag. nat. hist. (3) XVIII, 1866. p. 429—36. (Aus Sillim. Amer. Journal 1866.)
125. *—— On the spongiae ciliatae as infusoria flagellata, or observations on the structure, animality and relationship of Leucosolenia botryoides Bowb. Mem. of Boston soc. nat. hist. 1867. Vol. I. p, 305—340. Tf. IX—X. (Auch Ann. a. mag. nat. hist. (IV) I. p. 133—42, p. 188—215 u. p. 250—264, Tf. V—VII.)
126. *Tatem, T. G., On a new species of microscopic animals. Transactions of the Roy. microsc. sc. Vol. XVI. 1868. p. 31—33. pl. VI.
127. Pringsheim, N., Ueber Paarung von Schwärmsporen. Monatsber. der Berl. Akad. 1869. p. 721—38. 1 Tf.

128. **Eckekrantz, W.,** Bidrag til kännedomen om de i menniskens tarmkanal förekommande infusorier. Nordisk. med. Arkiv Bd. 1. 1869. 23 pp. 1 Tf. (S. Bericht in Virchow-Hirsch, Jahresbericht über die Leistungen in der gesammten Medicin f. d. J. 1869. 1. Bd. p. 202.

129. **Tatem, T. G.,** On free swimming Amoebae. Monthl. microsc. journ. Bd. I. p. 352—54. T. 17. 1869.

130. **Carter, H. J.,** Notes on filigerous green infusoria of the island of Bombay. Ann. mag. nat. hist. (IV) Vol. III. 1869. p. 249—60. pl. XVII.

131. **Hausmann, D.,** Die Parasiten der weiblichen Geschlechtsorgane. Berlin 1870 (Trichomonas vaginalis).

132. **Tham, P. V. S.,** Tvänne fall af Cercomonas. Upsala läkareförenings förhandlingar. Bd. V. 1870. p. 691. (S. hierüber auch Virchow-Hirsch, Jahresbericht über die ges. Medicin f. d. J. 1870. Bd. 1. p. 314.)

133. **Hennig,** Der Katarrh der weiblichen Geschlechtsorgane. Leipzig 1870 (Trichomonas).

134. ***Cienkowsky, L.,** Ueber Palmellaceen u. einige Flagellaten. Arch. f. mikr. Anat. Bd. VI. 1870. p. 421—38. Tf. 23—24.

135. **Lankester, Ray E.,** On Undulina, the type of a new groupe of infusoria. Quart. journ. micr. sc. N. s. T. XI. 1871. p. 387—88 (Trypanosoma).

136. **Velten, W.,** Beobachtungen über Paarung von Schwärmsporen. Botanische Zeitung 1871. p. 383—88. Tf. V. A.

137. **Rostafinski, J. T.,** Beobachtungen über Paarung von Schwärmsporen. Botanische Zeitung Jahrg. XXIX. 1871. p. 786.

138. ***Kent, W. S.,** Notes on Prof. James-Clark's Flagellate infusoria, with description of new species. Monthly microscop. journ. T. VI. 1871. p. 262—65. Tf. CV.

139. ***James-Clark, J.,** The american Spongilla, a craspedote flagellate infusorian. Sillim. amer. journ. of sc. and arts. 1871. p. 426—36. 1 pl. (Abgedr. in Monthly microsc. journ T. VII.)

140. **Tatem, T. G.,** On a preserved phase of Actinophryan Life. Monthly microsc. journ. Bd. VII. 1872. p. 169—70. T. XV.

141. **Archer, W.,** Ueber Anisonema sulcatum Duj. Quart. journ. microsc. sc. N. s. T. XII. 1872. p. 197.

142. — Quart. journ. microsc. sc. N. s. T. XII. 1872. p. 86—87.

143. **Grimm, O.,** Materialien zur Kenntniss niederer Thiere (russisch). 1873. (Vorläufige Mittheilung siehe in Nachrichten von der Göttinger Gesellsch. der Wissensch. 1872. p. 539—40.)

144. **Dallinger, W. H., and Drysdale, J.,** Researches on the life history of a Cercomonad, a Lesson in Biogenesis. Monthl. micr. journ. Vol. X. 1873. p. 53—58. pl. XXIV—XXVI.

145 I—VI. **Dallinger, W. H., und Drysdale, J.,** Researches on the life-history of the Monads. Monthly micr. journ I) 1873. Vol. X. p. 245—249. pl. XLI—XLIII. — II) 1874. Vol. XI. p. 7—10. pl. 46—48. — III) ibid. p. 69—72. pl. 51 u. 52. — IV) ibid. p. 97—103. pl. 53. — V) Vol. XII. p. 261—69, pl. 83—85. — VI) 1875. p. 185—197. pl. 102—104.

146. **Fromentel, E. de,** Études s. les Microzoaires ou infusoires proprement dits. 30 Tfln. Paris 1874.

147. **Cohn, F.,** Die Entwicklungsgeschichte der Gattung Volvox. Beitr. zur Biologie der Pflanzen. 1875. Bd. I. Hft. 3. p. 93. T. 11. (Siehe dasselbe auch mit historischer Einleitung in „Festschrift der philosoph. Facultät zu Breslau zum 50jähr. Doctorjubiläum von Prof. Göppert.)

148. **Rostafinski, J.,** Quelques mots sur l'Haematococcus lacustris et s. les bases d'une classification nat des algues chlorosporées. Mém. soc. nation. des sciences natur. Cherbourg. T. XIX. 1875. p. 137—154.

149. **Schulze, F. E.,** Rhizopodenstudien. V. Arch. für mikroskop. Anatomie. Bd. XI. 1875. p. 583. Tf. XXXV—XXXVI.

150. **Rättig, A.,** Ueber Parasiten des Froschblutes. Inaug.-Dissertat. Berlin 1875. 1 Tf. 27 pp. (Trypanosoma)

151. **Marchand, F.,** Ein Fall von Infusorien im Typhusstuhl. Arch. f. patholog. Anatomie Bd. 64. 1875. p. 293—94. Tf. VI. Fig. 5.

152. **Davaine, C.,** Article: „Monadiens" im Diction. encycloped. des sciences médic. Direct. A. Dechambre. 1875. T. IX. p. 115—130.

153. **Braun, A.,** Ueber einige Volvocineen. S. Bericht der Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin 1875. p. 9—18.

154. **Goroshankin, J.,** Genesis im Typus der palmellenartigen Algen. Versuch einer vergleichenden Morphologie der Familie der Volvocinea. Mittheil. der kaiserl. Gesellsch. naturf. Freunde in Moskau. Bd. XVI. 1875 (russisch). 40 pp. 2 Tf. (Siehe Refer. von Askenasy in Just's Botan. Jahresber. f. 1875. p. 27—32.)

155. **Lambl, W.,** Cercomonas et Echinococcus in hepate hominis (Russischer medic. Bericht; russisch). Petersb. med. Zeitung 1875. Nr. 33. mit Holzschn.

156. **Warming, Eug.,** Om en fircellet Gonium (Dujardin's Tetramonas socialis). Botanisk. tidsskrift. 3 raekke. 1 bind. 1876. p. 69—83. Tf. I.

157. **Reinhardt, L.,** Die Copulation der Zoosporen bei Chlamydomonas pulvisculus Ehrbg. und Stigeoclonium sp. Arbeiten der Naturforscher-Gesellschaft an der Universität zu Charkoff. (Bd. X. 1876. 2 Tf. (russisch). (Referat von Batalin im Botanischen Jahresber. herausgegeben von L. Just f. 1876. p. 48—50.)

158. **Maupas, C.,** Les vacuoles contractiles d. le règne végètale. Compt. rend. Ac. sc. Paris. T. 82. 1876. p. 1451—54.

159 **Cienkowsky, L.,** Ueber einige Rhizopoden und verwandte Organismen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 12. 1876. p. 15—50. Tf. IV—VIII.

160. **Sachs, J.,** Ueber Emulsionsfiguren und Gruppirung der Schwärmsporen im Wasser. Flora oder allgem. Botanische Zeitung. Neue Reihe. Jahrg. XXXIV. 1876. p. 241, 257 u. 273. Tf. X.

161. **Henneguy, L. F.,** Sur la reproduction du Volvox dioique. Compt. rend. Acad. sc. Paris. T. 83. 1876. p. 287.

162. **Cohn, F.,** Bemerkungen über die Organisation einiger Schwärmzellen. Beiträge zur Biologie der Pflanzen, herausgeg. von Cohn. Bd II. 1876—77. p. 101—121.

163. ***Kent, S.,** Observation upon Prof. E. Haeckel's group of the Physemaria and on the Affinities of the Sponges. Ann. mag. nat. hist. (5) Vol. I. 1878. p. 1—17.

164. **Schneider, Ant.,** Beiträge zur Kenntniss der Protozoën. Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 30. Supplem. 1878. p. 446—456.

165. ***Kent, S.,** A new field for the Microscopist. Popular science review. 1878. April. 2 Tafeln.

166. ***Kent, S.,** Notes on the Embryology of Sponges. Ann. mag. nat. hist. (5) Vol. 2. 1878. p. 139—156. Tf. VI—VII.

167. **Stein, Fr. Ritter von,** Der Organismus der Infusionsthiere. III. Der Organismus der Flagellaten oder Geisselinfusorien. 1. Hälfte. Leipzig 1878.

168. **Dallinger, W. H.,** On the life-history of a minute septic organism; with an account of experiments made to determine its thermal death-point. Proceed. roy. philos. soc. London. 1878. Vol. XXVII. p. 332—50. pl. 8—9.

169. **Zencker, E.,** Ueber das Vorkommen der Cercomonas intestinalis im Digestionskanal des Menschen und deren Beziehungen zu Diarrhöen. Deutsche Zeitschr. f. prakt. Medic. 1878. Nr. 1. p. 1—5.

170. **Strasburger, E.,** Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmsporen. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 12. 1878. p. 451—625.

171. **Bütschli, O.,** Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten und verw. Organismen. Zeitschr. f. wiss. Zoologie XXX. 1878. p. 205—281. Tf. XI—XV.

172. **Lewis, T. R.,** Flagellated organisms in the blood of healthy rats. Quart. journ. micr. sc. Vol. 19. 1879. p. 109—114.

173. **Schmankewitsch, Wl.,** Ueber einige Abweichungen bei der Entwicklung der niedersten Organismen. Zool. Anzeiger 1879. Nr 21. p. 91—94 und Nr. 22. p. 110—114.

174. **Mereschkowsky, C. von,** Studien über die Protozoën des nördl Russlands. Arch. mikr. Anat. Bd. 16. 1879. p. 153—248. 2 Tf.

175. **Maupas, E.,** Sur la position systématique des Volvocinées et sur les limites du règne végétal et animal. Compt. rend. Ac. sc. Paris. T. 88. 1879. p. 1274—77.

176. **Henneguy, L. F.,** Germination of the spores of Volvox dioicus. Ann. mag. nat. hist. (V) Vol. 3. 1879. p. 93.

177. **Kirchner, O.,** Zur Entwicklungsgeschichte von Volvox minor (Stein). Beiträge zur Biologie der Pflanzen, herausgeg. von Cohn. Bd. III. 1879. p. 95—102. Tf. VI.

178. **Dallinger, W. H.,** On a series of experiments made to determine the thermal death-point of known Monad germs when the heat is endured in a fluid. Journ. micr. soc. 1880. Vol. 3. p. 1—16. pl. 1—2.

179. **Gaule, J.,** Beobachtungen der farblosen Elemente des Froschblutes. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1880. Physiol. Abtheil. p. 375—392. Tf. V. (Trypanosoma).

180. **Archer, W.,** Trachelomonas bulla, Trach. volvocina and a new very hispid form. Ann. mag. nat. hist. (V). Vol. 7. 1880. p. 312.

181. **Woronin, M.,** Chromophyton Rosanoffii. Botanische Zeitung. Jahrg. XXXVIII. 1880. 8 pp. Tf. IX.

182. **Kent, Sav.,** A Manual of Infusoria. London 1880—82.

183. **Cuningham, D. D.,** On the development of certain microscop. organisms occuring in the intestinal canal. Quart. journ. micr. sc. Vol. 21. 1880. p. 234—290. 1 Tf.

184. **Archer, W.,** Encysted state of Vacuolaria virescens Cienk. Quart. journ. micr. sc. N. s. XX. 1880. p. 117—18.

185. ***Robin, Ch.,** Mém. sur la structure et la reproduction de quelques infusoires tentaculés suc. et flagellés. Journ. Anat. et physiol. 15. Ann. 1880. p. 529—83.

186. **Van Tieghem,** Scyamina nigrescens, eine Volvocinee ohne Chlorophyll. Bullet. soc. bot. de France. T. 27. 1880.

187. **Rostafinski, J.,** Vorläufige Mittheilung über rothen und gelben Schnee und eine neue in der Tatra entd. Gruppe von braungef. Algen. Sitzb. der Krakauer Akad. der Wiss. Oct. 1880. 5 pp. (Refer. in Bot. Centralbl. VIII. Bd. 1881. p. 225.)

188. **Gruber, A.,** Dimorpha mutans. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 36. 1881. p. 445—470. Tf. 29.

189. **Certes, A.,** Note sur les parasites et les commensaux de l'huitre. Bullet. soc. zool. de France. T. VII 1882. 7 pp. 1 Tf.

190. **Künstler, J.,** Contribution à l'étude des Flagellés. Bullet. soc. zool. de France 1882. 112 pp. 3 Tf. (Vorläuf. Bericht in Compt rend. Acad. sc. Paris T. 93. 1881. p. 602—605 und 746—48.)

191. —— Nouvelles contributions à l'étude de Flagellés. Bullet. soc. zoolog. 1882. p. 230—236.

192. —— Sur cinq Protozoaires parasites nouveaux. Compt. rend. XCV. 1882. p. 347—49. (Auch Journ. de Micrographie 6. Ann. p 527—29.)

193. **Grassi, B.,** Interno ad alcuni protisti endoparassitici. Atti soc. italiana d. sc. nat. Vol. XXIV. 1882. pp. 94. 4 Tav. (Dass. in Arch. ital. T. II.)

194. **Schmitz, Fr.,** Die Chromatophoren der Algen. Bonn 1882.

195. **Krassilstschik, J.,** Zur Entwicklungsgeschichte und Systematik der Gatt. Polytoma. Zoolog. Anzeiger Jahrg. 1882. p. 426—29.

196. —— Zur Naturgeschichte und über die systematische Stellung von Chlorogonium euchlorum Ehrbg. Zoolog. Anzeiger Jahrg. 1882. p. 627—34.

197. **Wille, N.,** Om Chrysopyxis bipes Stein og Dinobryon sertularia. Öfvers. Kong. Vet. Akad. Förhandl. 39. Arg. 1882. p. 9—22.

198. **Phillips, F. W.,** New Flagellate (Chlorodesmos hispida). Transact. Heetfordsh. Nat. hist. soc. Vol. 2. 1882. p. 92—94. (Refer. in Journ. roy. microsc. soc. (2). Vol. 3. p. 223.

199. **Balbiani, E.,** Les organismes unicellulaires. Les Flagellés. Journ. de micrographie. 6. Année 1882. p. 428 ff. 7. Ann. 1883.

200. **Engelmann, Th. W.,** Ueber Licht- und Farbenperception niederster Organismen (Euglena). Pflüger's Archiv f. die ges. Physiologie. Bd. 29. 1882. p. 387.

201. **Henneguy, L. F.,** Sur un infusoire flagellé ectoparasite des poissons. Compt. rend. Acad. sc. Paris 1883. März 5 (Bodo).

202. **Mitrophanow, P.,** Beiträge zur Kenntniss der Haematozoa. Biolog. Centralbl. III. Bd. 1883. p. 35—44 (mit Holzschnitten).

203. **Möbius, K.,** Trypanosoma Balbianii Cert. im Krystallstiel schleswig-holsteinischer Austern. Zoolog. Anzeiger 1883. p. 148.

204. **Pelletan, J.,** Note sur la reproduction du Dinobryon stipitatum. Journ. de Micrographie. T. 7. 1883. p. 77—80.

205. **Buck, E.,** Kleiner Beitrag zur Kenntniss der Euglenen. 22. u. 23. Ber. Offenbacher Verein f. Naturkunde. p. 233—35. 1 Tf.

206. **Klebs, G.,** Ueber die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusorien. Untersuch. aus dem botanischen Instit. zu Tübingen. I. 1883. 131 pp. 2 Tf.

3. Kurzer Ueberblick der allgemeinen Morphologie des Flagellatenkörpers sowie der Untergruppen der Abtheilung.

Der Besitz besondrer Locomotionsorgane, der Geisseln, welche in einfacher oder mehrfacher Zahl vorhanden, sich schon zur Erzielung eines Bewegungseffectes in oder um einen gewissen Körperpunkt gruppiren müssen, bewirkt im Allgemeinen eine einaxige Körpergestalt. Es tritt denn auch fast stets eine deutliche Hauptaxe hervor. Bei nicht wenigen Formen ist die reguläre Monaxonie, abgesehen von untergeordneten Abweichungen in der Lagerung innerer Theile, streng durchgeführt.

Ebenso häufig oder vielleicht noch häufiger geht die Körpergestalt jedoch in eine zweistrahlige über, wesentlich bedingt durch die Anordnungsverhältnisse der dann in mehrfacher Zahl vorhandenen Geisseln. — Nicht selten leitet aber die monaxone Gestalt auch direct in eine mehr oder weniger deutlich bilateral symmetrische über, sei es nun, dass dieselbe sich nur in der Anordnung gewisser Organisationsbestandtheile, wie namentlich des Mundes und Schlundes ausspricht, oder durch verschiedenartige Ausbildung der in mehrfacher Zahl vorhandnen Geisseln bedingt wird, oder sei es, dass die Gesammtgestalt des Körpers eine deutliche Bilateralität verräth.

Wie bei den Ciliaten so allgemein finden wir jedoch auch bei den Flagellaten nicht selten eine asymmetrische Modification der im Allgemeinen bilateralen Gestaltung, indem sich wichtige Organisationsbestandtheile aus der Mittelebene verschieben oder überhaupt eine asymmetrische Lagerung einnehmen, welcher auch die Gesammtgestalt des Körpers zuweilen bis zu gewissem Grade folgen kann. Die Beurtheilung aller dieser Gestaltungserscheinungen ist jedoch auch hier eine etwas schwankende, da sie von dem Werthe abhängig erscheint, welchen man einem oder dem andern Körpertheil bei der Bestimmung der Grundgestalt beilegt.

Bei zahlreichen Formen ist aber die Körpergestalt überhaupt nicht beständig, wenn auch eine Grundform gewahrt bleibt, indem viele einer activen Veränderlichkeit derselben fähig sind, sei es durch amöboide Beweglichkeit, sei es durch Contractionsvorgänge des Plasmaleibes, die sich im Allgemeinen denen der Gregariniden am meisten nähern.

Bestimmend auf die äussere Gestalt zahlreicher Flagellaten wirkt die Ausbildung einer schalenartigen Hülle, die wir auch hier als einer Zellhaut entsprechend betrachten und den Schalenbildungen einfacher Rhizopoden vergleichen. Wie meist bei diesen besteht die Schale auch hier stets aus organischer Substanz und verräth den monaxonen Typus fast immer aufs deutlichste (selbst bei solchen Formen, welche eine Hinneigung zur Bilateralität oder Asymmetrie zeigen). Im Allgemeinen müssen wir hier noch hervorheben, dass die Schalenbildungen ohne Zweifel in verschiednen Gruppen der Flagellaten selbstständig entstanden sind.

Bei dem augenblicklichen Stande unsrer Kenntnisse hat die Sonderung der zahlreichen Flagellaten in eine Anzahl von Gruppen noch mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen. Indem die speciellere Begründung unsrer Ansicht über diesen Punkt auf den systematischen Theil verschoben werden muss, möge hier nur bemerkt werden, dass im Allgemeinen die Ausbildungsverhältnisse des Geisselapparates von besondrer Wichtigkeit erscheinen, wenn auch nicht allein maassgebend, und dass wir hiernach die Flagellaten einstweilen in vier Untergruppen zerlegen, unbeschadet natürlich einer Anzahl zweifelhafter Formen, deren Einreihung ohne eine gewisse Willkür nicht auszuführen ist. Wir unterscheiden daher:

1) Monadina. Formen von sehr einfachem Bau und geringer Grösse, entweder nur im Besitz einer einzigen Geissel oder daneben noch 1—2 kleine unansehnliche. Besondre Mundstelle entweder fehlend oder doch in sehr einfacher Weise gebildet und nicht in einen wohlentwickelten Schlund fortgesetzt.

2) Euglenoidina. Höher entwickelte Formen von meist ansehnlicherer Grösse und fast stets nur mit einer ansehnlichen Geissel, neben der selten noch eine zweite kleinere oder eine der ursprünglichen gleiche zur Ausbildung gelangt. Eine sogen. Mundöffnung an der Geisselbasis stets vorhanden, welche sich gewöhnlich in ein deutliches Schlundrohr fortsetzt, das jedoch keineswegs immer zur Aufnahme fester Nahrung dient.

3) Isomastigoda. Mit zwei, seltener vier bis fünf an dem einen Körperende entspringenden Geisseln von fast stets gleicher Beschaffenheit. Besondere Mundstelle im Ganzen selten ausgebildet, zuweilen jedoch mit Schlund versehen. Ernährung überhaupt sehr gewöhnlich in vegetabilischer Weise.

4) Heteromastigoda. Kleine Gruppe mit zwei am Vorderende entspringenden meist ansehnlichen Geisseln von ähnlicher oder ungleicher Grösse und sehr verschiedenem Verhalten, indem die eine stets nach vorn gerichtet ist, wogegen die andere, nach hinten gerichtete, nachgeschleppt wird. Mundstelle stets vorhanden und zuweilen in einen ansehnlichen Schlund fortgesetzt.

4. Specielle Schilderung der Gestaltungsverhältnisse und der Morphologie der Geisselbewaffnung.

In der Abtheilung der Monadina, welche nur verhältnissmässig kleine Formen umschliesst, schwankt die Gestalt vom Monaxonen bis Bilateralen. Zunächst begegnen wir hier einer Familie, welche wegen der rhizopodenähnlichen Gestaltsveränderlichkeit ihrer Angehörigen wohl den Namen Rhizomastigina führen kann. Die hierhergehörigen Formen senden theils (Mastigamoeba T. 39, Figg. 9, 10) in amöbenartiger Weise aus der gesammten Oberfläche ihres Körpers fingerförmige unverästelte bis mehr oder weniger verästelte Pseudopodien aus, theils nähern sie sich in ihrer Pseudopodienentwicklung den einfacheren Heliozoën (wie Nuclearia

und Actinophrys). Im letzteren Fall entwickeln sie demnach allseitig feine strahlenartige Pseudopodien (Ciliophrys, Dimorpha, Actinomonas, T. 39, Figg. 7b, 8). Die einfache, selten doppelte (Dimorpha) Geissel, welche die fraglichen Formen zum grösseren Theil dauernd neben den Pseudopodien aufweisen, entspringt, wenn der Körper für gewöhnlich eine Längsstreckung zeigt, am einen Körperpol (39, 7). Der amöboide Gestaltswechsel letzterer Formen führt es jedoch mit sich, dass die Ursprungsstelle der Geissel während dieses Wechsels zuweilen gewisse Verschiebungen erleidet. Bei denjenigen Formen (wie Dimorpha, Actinomonas), deren Körpergestalt, bei voller Entwicklung der Pseudopodien, eine heliozoënartig kuglige ist, ist die Ursprungsstelle der Geissel nicht besonders gekennzeichnet, doch besitzt Dimorpha die Eigenthümlichkeit, dass ihre beiden Geisseln im heliozoënartigen Zustand des Organismus auf der Unterseite, d. h. der, mit welcher derselbe aufruht, befestigt, und daher schwer zu bemerken sind.

Unsere Wesen zeigen jedoch z. Th. noch eine Gestaltsveränderung in anderer Richtung. So gehen Mastigamoeba und Dimorpha aus dem sarkodinenartigen Zustand häufig sehr rasch völlig oder nahezu völlig in einen Flagellatenzustand über, indem die Pseudopodien nahezu (Mastigamoeba T. 39, 10b) oder gänzlich (Dimorpha) eingezogen werden und die Gesammtgestalt entschieden länglich einaxig wird. Die Geisseln treten dann stets ans Vorderende, und der Organismus bewegt sich schwimmend mit ihnen vorwärts, wie eine typische Flagellate. Ein solcher Gestaltswechsel ist auch bei dem mit Dimorpha nächstverwandten Ciliophrys häufig zu beobachten, jedoch geben hier die übereinstimmenden Beobachtungen Cienkowsky's und Bütschli's an, dass die Geissel des flagellatenartigen Zustandes bei dem Uebergang in den heliozoënartigen schwindet und neu entsteht, wenn der Organismus sich wieder zu einem flagellatenartigen umgestaltet (T. 39, 7).

Auch bei den sich hier zunächst anreihenden Monadinen, speciell der Gattung C e r c o m o n a s (T. 39, Fig. 11) beobachten wir noch deutlich die Befähigung zu amöboider Gestaltsänderung, wenn auch nicht mehr so entwickelt und mehr localisirt. Die charakteristische morphologische Auszeichnung dieser monaxonen Gattung besteht in dem Besitz eines hinteren, ansehnlichen schwanzartigen Körperfortsatzes, der etwa eine Mittelstufe zwischen einem Pseudopodium und einer Geissel einnimmt, während das Vorderende eine einfache Geissel aufweist. Sowohl die Gesammtgestalt der hierhergehörigen Formen kann bis zu gewissem Grade in amöboider Weise veränderlich sein, wie auch namentlich das Hinterende zuweilen der Sitz wirklicher Pseudopodienentwicklung ist, in welche dann der Schwanzfortsatz hereingezogen wird.

Bei einer Reihe verwandter, ovaler bis stabförmig-gestreckter eingeisseliger Formen tritt eine amöboide Beweglichkeit wenigstens im gewöhnlichen Zustand nicht auffallend hervor.

Um nicht später nochmals auf die amöboide Gestaltsveränderlichkeit zahlreicher cuticulaloser Flagellaten zurückkommen zu müssen, reihen wir hier gleich einige Bemerkungen über die weitere Verbreitung dieser Erscheinung an. Recht häufig wird dieselbe bei verschiednen Angehörigen der Monadinengruppe wahrgenommen; so nicht selten bei Vertretern der Gattung Oikomonas (Stein und Kent), bei Monas, wo sich gelegentlich stumpfe Pseudopodien an sehr verschiednen Körperstellen erheben (Stein und Bütschli). Isolirte Individuen der zu der Familie der Dendromonadinen gehörigen Anthophysa sah Stein zuweilen zahlreiche sehr fein zugespitzte und ziemlich lange Pseudopodien aussenden, wogegen Kent bei dem nächst verwandten Cephalothamnium gelegentlich stumpf fingerförmige Pseudopodien die gesammte Körperoberfläche geisselloser Individuen bedecken sah. (Doch scheint mir letztere Beobachtung etwas unsicher.)

Dass auch unter den Isomastigoda die amöboide Beweglichkeit nicht völlig fehlt, erweist die Entwicklung verästelter spitziger Pseudopodien bei der sogen. Pseudospora volvocis. Bei den meisten hierhergehörigen Formen tritt eine Schalenhülle der Aeusserung der amöboiden Beweglichkeit hindernd entgegen, doch verräth sich die erhaltene Fähigkeit zu solcher zuweilen noch, wie bei Haematococcus und Stephanosphaera durch Hervorbildung von Pseudopodien unter der Hülle.

Ebensowenig fehlt diese Befähigung den kleinen Formen der Heteromastigoda und findet sich bei manchen Angehörigen der Gattung Bodo sogar sehr entwickelt. Wir werden später, bei der Besprechung der Nahrungsaufnahme und der Fortpflanzung hierauf noch specieller einzugehen haben, wobei auch über die amöboiden Erscheinungen mancher Formen der übrigen Gruppen noch genaueres zu berichten sein wird.

Eine gewisse Weiterentwicklung der primitiven, etwa ovalen Gestaltung tritt uns bei einigen Arten der Gattung Oikomonas S. K. klar entgegen, indem sich hier auf der einen Seite der Geisselbasis ein lippenartiger Fortsatz mehr oder minder deutlich erhebt, der zur Nahrungsaufnahme dient (T. 40, Fig. 2). Noch schärfer hat sich diese Bilateralität in der Familie der Bikoecidae entwickelt, deren Angehörige an Stelle des bei Oikomonas wenig hervortretenden Fortsatzes einen ziemlich ansehnlichen und etwas schief von dem Vorderende aufsteigenden seitlich gerückten Fortsatz aufweisen, der von Stein als Peristom bezeichnet wird. Dieser auch hier bei der Nahrungsaufnahme ohne Zweifel betheiligte Fortsatz ist bald mehr zungenförmig bis lippenartig (Bicosocea T. 40, Fig. 11), bald (so bei Poteriodendron, T. 40, Fig. 10) scheint er sogar eine etwas trichterförmige Beschaffenheit zu zeigen, welche Stein veranlasst, ihn einem Kragen zu vergleichen. Im Zusammenhang mit der ansehnlichen Geissel*), welche etwa an der Basis dieses Fortsatzes entspringt, wird demnach die Gestalt unsrer Wesen ausgeprägt bilateral symmetrisch und auch die Mundstelle, welche, nach Clark's, meinen und Stein's Erfahrungen, im Grunde zwischen der Geisselbasis und dem sogen. Peristomfortsatz liegt, fällt in die Mittelebene herein. Mit Stein können wir daher hier von einer Bauchseite, welche durch den Peristomfortsatz und einer Rückseite, welche durch die Geissel bezeichnet wird, reden.

Eine ziemlich ähnliche Gestaltung bieten auch die Angehörigen der Familie der Dendromonadinen (in unsrem Sinne) dar. Alle hierher-

*) S. Kent (182) schreibt den hierhergehörigen Gattungen noch eine zweite kleinere Geissel zu, entsprechend den Dendromonadinen, jedoch haben weder Clark, Stein, noch ich von dieser zweiten Geissel etwas bemerkt.

gehörigen Formen zeichnen sich dadurch aus, dass zunächst an ihrem im Allgemeinen ovalen bis länglichen Körper eine Mittelebene dadurch deutlich bezeichnet ist, dass sich am Vorderende dicht neben der Basis der ansehnlichen Hauptgeissel noch eine oder zwei kleine Geisseln (letzteres ausschliesslich bei Monas, emend. St.)*) inseriren, so dass schon allein durch diese Geisselverhältnisse hier theils eine Zweistrahligkeit (Monas), theils ein deutlich bilateraler Bau erzeugt wird. Doch auch bei Monas (T. 40, 12, 13) deutet die einseitig zur Basis der Hauptgeissel (ähnlich Oikomonas) verlagerte Mundstelle eine Bilateralität an. Noch viel deutlicher tritt dies bei den übrigen Formen (mit Ausnahme von Dinobryon und Uroglena) hervor, indem sich bei diesen (Anthophysa, Dendromonas und Cephalothamnium, T. 41, 5—8) einseitig neben der Hauptgeisselbasis und zwar in der Mittelebene ein ähnlicher Fortsatz erhebt, wie bei den Bikoecidae. Es scheint jedoch fast, als entspräche derselbe nicht dem sogen. Peristomfortsatz der letzteren, da nach den genauen Angaben Stein's die Mundstelle bei Anthophysa nicht in dem Grund zwischen der Basis der Hauptgeissel und dem Fortsatz liegt, sondern auf der entgegengesetzten Seite der Hauptgeissel. Wenn wir daher die Lage der Hauptgeissel zum Mund als entscheidend für die Bestimmung der Bauch- und Rückseite maassgebend erachten, so fände der besprochene Körperfortsatz bei den Dendromonadinen seine Lage an der Rückseite, nicht an der Bauchseite, wie der der Bikoecidae.

Von den Dinobryinen weist nur Epipyxis den Fortsatz nach Stein noch deutlich, wiewohl sehr zart auf (T. 42, Fig. 2), während Dinobryon und Uroglena ein einfach abgerundetes Vorderende besitzen (T. 41, 1 und 3).

Ungemein einförmig ist im Allgemeinen die Gestaltung bei den so zahlreichen zweigeisseligen Isomastigoda. Der Bau dieser mit zwei gleichgestalteten und fast stets gleich functionirenden Geisseln des Vorderendes ausgerüsteten Formen ist bei der grossen Mehrzahl ein regulär zweistrahliger, indem die beiden gleichen Geisseln an dem fast stets ziemlich genau ovalen, selten mehr kugligen bis langgestreckt spindelförmigen Körper so eingepflanzt sind, dass sie zwei Seiten markiren, also eine Mittelebene, zwischen sie hindurch gelegt, den Körper in zwei congruente Hälften theilt. Es scheint daher gerechtfertigt, solch reguläre Formen zu einer Gruppe der Regularia zu vereinigen, welcher eine zweite der Irregularia gegenüberstehen würde, von der es jedoch bis jetzt etwas unsicher erscheint, ob sie sich aus der ersteren direct ableiten lässt.

Die beiden Geisseln der Regularia entspringen fast stets sehr dicht bei einander am vorderen Pol, selten rücken sie etwas mehr auseinander, oder es ist der vordere Körperpol sogar in zwei Lappen ausgezogen, von

*) Cienkowsky und Stein fanden bei dieser Gattung gewöhnlich zwei, ich dagegen meist nur eine einzige Nebengeissel.

welchen jeder eine Geissel trägt (so bei der Gattung Deltomonas Kent, T. 42, 5).

Wie schon früher erwähnt, erhöht sich jedoch die Zahl der Geisseln zuweilen auf 4, welche dann gleichfalls gewöhnlich sehr dicht bei einander vom vordern Pol entspringen (so bei der mit der zweigeisseligen Chlamydomonas nächstverwandten Gattung Carteria Dies. = Tetraselmis St.; Spondylomorum und ähnlich auch bei Collodyction Carter [Tetramitus St. p. p.] und Pyramimonas Schmarda, vergl. T, 45). Doch scheinen auch bei einer naheverwandten Form, welche Archer (142) beschrieb, die vier Geisseln von vier weit von einander getrennten Punkten zu entspringen.

Seltsam abweichende Geisselverhältnisse zeigt die merkwürdige, noch etwas unsichere Gattung Chloraster, indem dieselbe nach den übereinstimmenden Angaben Stein's und Kent's 5 Geisseln des Vorderendes besitzt, welche so geordnet sind, dass eine die Mitte einnimmt und die 4 anderen sich kranzförmig um dieselbe stellen (T. 45, Fig. 4—6).

Die meist so deutlich ausgeprägte Zweistrahligkeit der regulären Isomastigoden erstreckt sich häufig auch auf die Anordnung innerer Organisationsbestandtheile, indem in Einzahl vorhandene Theile, wie der Kern, das sogen. Pyrenoid etc. sich gewöhnlich in die Axe lagern, während zweifach vorhandne Theile, so häufig die contractilen Vacuolen und die nicht selten in Zweizahl vorhandenen Chromatophoren sich regelmässig zu beiden Seiten der Hauptaxe lagern. Nur der sogen. Augenfleck scheint sich wie anderwärts, so auch hier, fast stets sehr asymmetrisch zu lagern.

Nur selten treten besondre Gestaltungsverhältnisse des Körpers bei den Regularia auf und die zu verzeichnenden Fälle betreffen bis jetzt eigentlich ausschliesslich solche Gattungen, deren verwandtschaftliche Beziehungen zu den typischen Formen noch etwas unsicher sind. Bei den Gattungen Chloraster und Pyramimonas (T. 45, 5—7) bildet sich, wohl im Zusammenhang mit den schon geschilderten besonderen Geisselverhältnissen eine vierstrahlige Gestaltung aus, indem der Körper eine vierkantige bis vierlappige Form annimmt. Bei der Gattung Collodictyon Cart. dagegen wird die Gestalt deutlich bilateral, indem eine ziemlich breite Längsfurche über die eine Seite des gesammten Körpers hinzieht, so dass sich Rücken- und Bauchseite wohl unterscheiden lassen (T. 45, 3).

Wir reihen der Betrachtung der regulären Isomastigoda hier die Schilderung eines Formtypus an, dessen directe Beziehungen zu der besprochnen Gruppe zur Zeit sehr zweifelhaft erscheinen. Da wir jedoch die verwandtschaftlichen Beziehungen der Gattung Hexamitus und der damit wahrscheinlich nahe verwandten Megastoma (Grassi) augenblicklich nicht sicher zu beurtheilen im Stande sind, so glauben wir sie hier am geeignetsten besprechen zu dürfen. Genauer bekannt ist allein Hexamitus, Megastoma dagegen noch ziemlich unsicher. Der deutlich zweistrahlige Körper der ersteren (T. 46, 2), von ovaler bis

spindelförmiger Gestalt trägt am Vorderende 4 gleichlange Geisseln, die entweder paarweis etwas auf die Seite gerückt erscheinen oder aber nahezu aus einem gemeinsamen Ursprungspunkt am vordern Körperpol sich erheben können. Im Hinblick auf diese vordern Geisseln liesse sich wohl eine Ableitung von den Isomastigoda versuchen. Zu ihnen gesellen sich jedoch stets noch zwei Geisseln des Hinterendes, welche entweder jederseits aus dem breit abgestutzten Hinterende entspringen oder so, dass sich das schwanzartig zugespitzte Hinterende gleichsam in diese beiden Geisseln zu spaltet. Nicht uninteressant ist, dass auch bei dieser Gattung zuweilen (so namentlich bei H. intestinalis) einige Längskanten über den Körper hinziehen.

Die Gattung Megastoma (46, 3) schliesst sich zunächst durch die zwei Geisseln, in welche sich das zugespitzte Schwanzende fortsetzt, innig an Hexamitus an, weist jedoch eine deutlich bilateral symmetrische Umgestaltung des Körpers auf, indem sich eine Bauchfläche dadurch ausgebildet hat, dass die vordere Körperhälfte eine peristomartige Aushöhlung besitzt. Leider sind bis jetzt ihre weiteren Geisselverhältnisse nicht ganz aufgeklärt, doch spricht das Bekannte gleichfalls für den Anschluss an Hexamitus. Sicher scheint nämlich, dass jederseits von dem hinteren Rande des Peristomausschnitts ein Paar gleichlanger Geisseln entspringen, doch glaubte Grassi häufig noch hinter diesen jederseits eine etwas kleinere Geissel an den Seitenwänden des Körpers zu beobachten. Unsere Form würde also, die Richtigkeit dieser Beobachtung vorausgesetzt, nicht weniger als acht Geisseln besitzen. Im Hinblick auf dieses Verhalten der Megastoma erscheint es nicht ohne Interesse, dass ich bei meiner Untersuchung des Hexamitus inflatus gleichfalls acht Geisseln gesehen zu haben glaube, nämlich ausser den paarweis stehenden am Vorderende noch zwei weitere, die in eine zu der Ebene der paarweisen Geisseln senkrechten Ebene gestellt waren.

Hinsichtlich der Megastoma sei hier noch bemerkt, dass sich bei ihr auch eine Längsrippe findet, welche sich von der Schwanzspitze über die Mittellinie der Bauchseite bis zu dem Hinterrand des Peristomausschnittes erstreckt und hier in einem Knöpfchen zu endigen scheint.

Am deutlichsten bilateral, mit mehr oder weniger Hinneigung zur Asymmetrie entwickelt sich der Körper der Irregularia. Die typischen Vertreter dieser Abtheilung, die Gattungen Chilo- und Cryptomonas verrathen diese Bilateralität beim ersten Anblick (45, 9—10). Der im Allgemeinen länglich ovale Körper ist seitlich etwas comprimirt und besitzt eine etwas stärker convexe Rückseite. Hierzu gesellt sich eine schief zur Rückseite aufsteigende Abstutzung des Vorderendes und häufig eine schwanzartige Krümmung des Hinterendes nach der Rückseite. Eine Reihe Eigenthümlichkeiten beweisen jedoch, dass, wie bemerkt, eine asymmetrische Bildung vorhanden ist. Das schief abgestutzte Vorderende ist in eigenthümlicher Weise zu einem Peristom ausgehöhlt, das sich nach hinten, als sogen. Schlund, in den Körper hinein fortsetzt. Dieses

erst später genauer zu besprechende Peristom ist nun ganz entschieden asymmetrisch gebildet, indem die es seitlich begrenzenden beiden Ränder oder Lippen sich verschieden hoch erheben, und hierzu gesellt sich weiterhin noch, dass die beiden Geisseln sich etwas einseitig an der höheren Lippe des Peristoms inseriren.

Noch deutlicher tritt diese asymmetrische Bildung des Peristoms bei der interessanten Gattung Oxyrrhis hervor, wenn diese, wie höchst wahrscheinlich, hier ihre richtige Stellung findet. Wir finden hier nämlich eine im Allgemeinen entsprechende Peristombildung, wenngleich sich von dem für die ersterwähnten Gattungen so charakteristischen Schlund nichts beobachten lässt (T. 45, 12). Das Peristom nimmt einen viel grössern Theil des Körpers in Anspruch indem es sich etwa über dessen vordere Hälfte ausdehnt. Auch die einseitige Einpflanzung der beiden Geisseln treffen wir hier wieder, jedoch finden wir sie hier entschieden an der linken Lippe inserirt im Gegensatz zu den erstgenannten Gattungen.

Im Anschluss an die letztbesprochene Familie der Cryptomonadina schildern wir hier noch kurz den morphologischen Aufbau der Gattung Tetramitus, welche vielleicht in einer ähnlichen Beziehung zu der erwähnten Familie steht, wie die viergeisseligen Formen der regulären Isomastigoda zu den zweigeisseligen. Aus der ebengemachten Bemerkung geht schon hervor, dass unsre Form sich durch den Besitz von vier aus einem gemeinsamen Punkt des Vorderendes entspringenden ziemlich gleichlangen Geisseln auszeichnet (T. 45, 13). Was aber die Beziehungen zu den Cryptomonadinae namentlich möglich zu machen scheint, ist, dass das Vorderende bei Tetramitus rostratus mit einer eigenthümlich gebauten Peristomaushöhlung versehen ist, deren Asymmetrie und allgemeine Bildung lebhaft an das beschriebne Peristom von Cryptomonas erinnern. Bei Tetramitus descissus hingegen tritt an Stelle dieses Peristoms eine einfache bis nahe zur Körpermitte hinabreichende schiefe und etwas ausgehöhlte Abstutzung des Vorderendes auf.

Ohne mit Bestimmtheit einen genetischen Zusammenhang mit der Gattung Tetramitus behaupten zu wollen, schliessen wir derselben doch einige Formen an, über deren richtige Stellung sich zur Zeit schwierig urtheilen lässt. Diese Formen, die Gattungen Trichomastix (T. 46, 11c), Trichomonas (T. 46, 11a—b) und Polymastix nähern sich in ihrer allgemeinen Gestaltung dem Tetramitus descissus, indem ihr Hinterende gleichfalls durchgängig in einen feinzugespitzten längeren oder kürzeren und ziemlich starren Fortsatz ausgezogen ist, der zuweilen wie ein Schwanzstachel erscheint, während der Körper selbst gewöhnlich eine nahezu spindelförmige Gestalt besitzt und zuweilen (Polymastix) etwas abgeplattet ist. Eine Peristombildung wie sie Tetramitus eigenthümlich ist, scheint aber durchaus zu fehlen. Das etwas zugespitzte bis abgerundete Vorderende weist stets eine beträchtliche Anzahl von Geisseln auf. In der Ausbildung der Geisselverhältnisse unterscheiden sich die Gat-

tungen jedoch recht wesentlich. Die höchste Geisselzahl scheint Polymastix aufzuweisen, der Grassi (193) zwar nur 3—4, Künstler (192) dagegen 6 vordere Geisseln zuschreibt, welche gleich lang und sämmtlich nach vorn gerichtet sind. Dagegen besitzt die Gattung Trichomastix sicher nur 4 Geisseln, die aber interessanter Weise ähnlich den Heteromastigoda different gebildet sind. Drei kürzere gleich lange sind nach vorn gerichtet, eine vierte viel längere dagegen ist stets nach hinten gewendet und ragt daher hinten etwa um die Hälfte der Körperlänge über die Schwanzspitze hervor.

Die Gattung Trichomonas schliesslich besitzt nur die drei kleineren vorderen Geisseln der Trichomastix, an Stelle der hinteren längeren findet sich dagegen ein über den Körper hinziehender undulirender Saum, der sich von der Basis der Geisseln etwa bis in oder ein wenig über die Mitte des Körpers verfolgen lässt. Dass dieser Saum morphologisch mit der hinteren Geissel der Trichomastix verglichen werden darf, scheint sehr wahrscheinlich, da sich einerseits bei der Trichomonas Batrachorum sein hinteres Ende in eine mässig lange feine, nach hinten gerichtete Geissel fortsetzt und anderseits die allgemeinen Bauverhältnisse der beiden Gattungen so übereinstimmende sind, dass ihre nahe Verwandtschaft nicht bezweifelt werden kann. Dies erhellt namentlich aus einer weitern Eigenthümlichkeit der Gestaltung, welche bei Trichomastix und Trichomonas Batrachorum gleichmässig vorhanden ist. Bei beiden nämlich zieht über den Körper von der Basis des Schwanzfortsatzes ein feiner Längskiel (rl) bis gegen das Vorderende, wogegen die Trichomonas vaginalis hiervon nichts deutliches erkennen lässt. Wie gesagt, ist ein abschliessendes Urtheil über die morphologische Anreihung der geschilderten drei Gattungen zur Zeit kaum möglich, genauere Aufschlüsse über diese und verwandte Formen, welche sich parasitisch noch weit verbreitet zu finden scheinen, werden unser Urtheil vielleicht modificiren.

Im Anschluss an die seither besprochnen Isomastigoda sei hier noch einer Form gedacht, über deren verwandtschaftliche Beziehungen sich zur Zeit schwierig eine zuverlässige Ansicht aufstellen lässt, Trepomonas nämlich. Um so interessanter sind aber deren Gestaltsverhältnisse (T. 45, 14). Dieselbe besitzt wenigstens gewöhnlich zwei gleiche und ansehnliche Geisseln, welche bis zu gewissem Grade eine Ableitung von den Isomastigoda wahrscheinlich machen. Die Einpflanzung derselben ist jedoch ganz abweichend von den seither besprochnen Formen, indem sie, weit von einander getrennt, von den Seiten des Körpers entspringen. Höchst seltsam gestaltet sich der Körper, welcher eine ganz asymmetrische Bildung aufweist. Dieselbe kommt dadurch zu Stande, dass sich die hinteren Hälften der Seitenränder des etwas abgeplatteten Körpers, der vorn eine grössere Breite besitzt, jederseits in eine flügelartige Fortsetzung verlängern, welche beiden Flügel sich in entgegengesetzter Weise einkrümmen. Die Körpergestaltung nähert sich dadurch gewissermaassen dem Bau einer zweiflügeligen Schiffsschraube. Die beiden

Geisseln entspringen zu den Seiten des Körpers an der vorderen Ursprungsstelle der Flügel*).

Vielleicht darf auch die Gattung Dallingeria S Knt. hier angereiht werden. Das etwas zugespitzte Vorderende derselben (T. 46, Fig. 12) ist mit einer kleineren nach vorn gerichteten Geissel ausgerüstet, während sich zwei weitere und ansehnlichere nach hinten gerichtete Geisseln etwas vor der Mitte an den Seiten des Körpers inseriren. Wie die kurze Schilderung besagt, ist der Körperbau ein regulär zweistrahliger.

In der umfangreichen Abtheilung der Euglenoidina herrscht im Grunde ein einaxiger Bau, der jedoch sehr gewöhnlich zu einem ziemlich deutlich bilateral symmetrischen wird durch die ein wenig einseitige Lagerung der Mundöffnung am vorderen Pol, wozu sich jedoch zuweilen eine deutlich bilaterale Gestaltung des gesammten Körpers gesellt. Doch finden sich auch in dieser Gruppe Uebergänge zur Asymmetrie vor. Während ein Theil der Formen keiner Gestaltsveränderung fähig ist, besitzen nicht wenige das Vermögen ausgiebiger Gestaltsveränderung durch Körpercontractionen, wobei langgestreckte Formen sich bis zur Kugelgestalt zusammenzuziehen vermögen Immerhin tritt auch bei diesen metabolen Formen eine gewisse Grundgestalt im gestreckten, schwimmenden Zustand deutlich hervor. Im Speciellen verrathen jedoch die Euglenoidinen eine ziemliche Mannigfaltigkeit der Gestaltung. Wir finden auch hier alle möglichen Uebergänge von der ellipsoidischen und eiförmigen, zuweilen sogar nahezu kugligen Gestalt, bis zu längergestreckten, mehr spindelförmigen, ja nahezu nadel- und wurmförmigen Organismen. Bei den längergestreckten tritt sehr gewöhnlich eine schwanzartige Zuspitzung des hinteren Körperendes deutlich hervor, die jedoch auch bei den gestaltveränderlichen während der Contraction völlig eingehen kann.

Die häufig sehr ansehnliche Geissel entspringt stets vom vorderen Körperpol und an ihrem Grunde befindet sich die Mundöffnung, welche zwar nicht durchweg mehr als eine wirkliche Mundöffnung zu functioniren scheint. Wie gesagt ist dieselbe immer etwas einseitig gelagert, bei der grossen Mehrzahl der Formen jedoch so wenig, dass die Geissel vom Rande der Oeffnung oder sogar etwas innerhalb derselben ihre Insertion findet. Letztrer Fall tritt bei der Familie der eigentlichen Eugleninen auf. Zwar gibt Stein auch hier den Rand der trichterförmigen Mundöffnung als Ursprungsstelle der Geissel an und ich glaube gleichfalls eine solche Insertion der Geissel gewöhnlich beobachtet zu haben; dem gegenüber fand jedoch zuerst Kent (182), dass die Geissel der Euglenen aus dem Grunde des Mundtrichters entspringe und dasselbe gaben unabhängig von ihm etwas später auch Schmitz (194) und Klebs (206) an. Es scheint mir daher sehr wahr-

*) Stein hat bei dieser Form zuweilen noch zwei hintere Geisseln beobachtet, die ich nie sah, und ich möchte vermuthen, dass diese hinteren Geisseln eine Vorbereitung zur Längstheilung anzeigen.

scheinlich, dass das letztere der Wirklichkeit entspricht. Bei den Petalomonadinae und Peraneminae dagegen ist die Mundöffnung etwas mehr von der Geisselbasis nach hinten gerückt und es prägt sich dann noch deutlicher eine Bauchseite als diejenige aus, welche die Mundöffnung trägt. Immerhin tritt auch bei den ersterwähnten Formen eine bilaterale Bildung häufig dadurch noch kenntlicher hervor, dass das Vorderende etwas schief abgestutzt ist und die Mundöffnung sich der abgestutzten Seite zuwendet.

Einer besondern Einrichtung des Vorderendes begegnen wir in der Gattung Urceolus Mereschk. (Phialonema St.), da dasselbe hier zu einem trichterförmigen Peristom erweitert ist, in dessen Grund die eigentliche Mundöffnung liegt, an deren Rand sich die Geissel inserirt (T. 47, 5).

Eine deutlich bilaterale äussere Gestaltung tritt bei denjenigen Formen hervor, welche einen entschieden abgeplatteten Körper besitzen (Petalomonas, Phacus), so dass wir eine Bauch- und Rückseite gut zu unterscheiden vermögen. Doch geht bei letztrer Gattung sowohl dadurch, dass sich die Mundöffnung schief dem einen Seitenrand zuwendet, sowie durch eine Reihe Gestaltungseigenthümlichkeiten, wie die häufige Schiefstellung der Schwanzspitze, oder durch schraubenförmige Windung des Körpers um die Längsaxe (Phacus longicauda, T. 47, 10), die Gestalt auch häufig in eine ziemlich asymmetrische über.

Eine bilaterale Gestaltung wird andrerseits auch gewöhnlich bei den Gattungen Menoidium und Rhabdomonas durch eine halbmondförmige Krümmung des Körpers erzeugt (T. 47, 17).

Interessant ist weiterhin, dass bei einer Anzahl Gattungen die Gestaltsverhältnisse eigenthümliche werden, indem sich am Körper eine Anzahl Längskanten entwickeln. So finden sich auf der Rückseite der Petalomonas häufig ein mittlerer oder zwei seitliche Längskiele, während über die Bauchseite häufig eine Längsfurche hinzieht (T. 47, 2). Aehnliches zeigt sich auch bei Phacus, wo einige Arten einen mittleren Längskiel des gewölbten Rückens besitzen, so dass bei Phacus triqueter der Querschnitt des Körpers eine deutlich dreieckige Bildung zeigt.

Die Ausbildung von 4 stark hervortretenden Längskanten gibt dem Körper des Sphenomonas St. (T. 48, 9) ein vierstrahliges Aussehen mit nahezu quadratischem Querschnitt. Die Zahl solcher Längskanten ist bei dem sonder Zweifel nahe verwandten Tropidoscyphus auf acht erhöht, welche entweder regulär in der Längsrichtung den Körper überziehen, um sich im hinteren zugespitzten Pol zu vereinigen, oder etwas schraubig gedreht den Körper umziehen (T. 48, 10). Solche Zustände mit beträchtlicher Vermehrung der Längskanten scheinen zu erweisen, dass letztere allmählich in die längs- oder schraubig verlaufende Cuticularstreifung übergehen, die sich bei nicht wenigen Gattungen der Euglenoidina findet, und die wir späterhin bei Betrachtung der Cuticula noch eingehender besprechen werden.

Wie früher erwähnt, müssen wir zu den Euglenoidina eine Anzahl Formen (Astasiina St.) ziehen, welche neben der Hauptgeissel noch eine zweite kleinere Nebengeissel entwickelt haben, die sich auch hier meist dicht neben der Hauptgeissel ebenfalls direct bei der Mundöffnung findet. Nur bei Heteronema (T. 48, 7) ist diese Nebengeissel etwas mehr von der Basis der Hauptgeissel nach hinten abgerückt und nähert sich auch in ihrem sonstigen Verhalten der hinteren Geissel der Ordnung der Heteromastigoda sehr, da sie für gewöhnlich nach hinten gerichtet ist. Doch bleibt die hintere Geissel hier noch beträchtlich kleiner wie die vordere. Immerhin bezeichnet die Einpflanzung der hintern Geissel auch bei Heteronema, wie bei den Heteromastigoden sehr deutlich eine Bauchseite.

Eine seltsame Anomalie bildet unter den übrigen Euglenoidina die Gattung Eutreptia (Perty), welche nach den neuerdings von Kent und Klebs bestätigten Angaben Perty's mit einem durchaus eugleninenartigen Bau den Besitz zweier gleichlanger, ansehnlicher Geisseln des Vorderendes vereinigt, sich also hinsichtlich ihrer Geisselverhältnisse durchaus wie eine isomastigode Form verhält.

Wie schon oben bemerkt, schliesst sich unsere Gruppe der Heteromastigoda an gewisse zweigeisselige Formen der Euglenoidina so nahe an, dass an dem Zusammenhang zwischen beiden Gruppen schwer zu zweifeln ist; es sind die höher entwickelten und grösseren Formen der Heteromastigoda, welche diesen Zusammenhang vermitteln, so dass man vermuthen darf, dass sich die einfacheren Formen dieser Gruppe durch Verkümmerung aus den höheren ableiten, wenn sie nicht überhaupt ohne directe Verwandtschaft mit den letzteren sind. Den gemeinsamen Charakter der Gruppe bildet, wie früher bemerkt, die Geisselbeschaffenheit. Die stets vorhandenen zwei Geisseln sind sowohl in Länge wie Einpflanzung und Verhalten sehr ungleich. Eine kleinere, nach vorn gerichtete ist auf dem vorderen, bei den Bodoninen gewöhnlich deutlich zugespitzten Körperpol eingepflanzt, und ist das Hauptbewegungsorgan; eine zweite längere Geissel entspringt etwas hinter dieser und wird nach hinten gerichtet getragen; sie dient häufig zu vorübergehender Anheftung, nimmt jedoch auch in später zu besprechender Weise an den Bewegungserscheinungen gelegentlich activen Antheil. Schon durch die Einpflanzung, wie die verschiedene Ausbildung dieser beiden Geisseln wird bei den hierhergehörigen Formen eine deutlich bilateral-symmetrische Körperbildung hervorgerufen, welche dann auch bei den einfacheren Formen, speciell der Gattung Bodo (em. Stein), recht deutlich hervortritt (T. 46, 4—6); deren Gestalt zwischen dem ovalen bis spindelförmig gestreckten schwankt. Ein Theil der hierhergehörigen Formen wenigstens ist jedoch durch amöboide Beweglichkeit zeitweise sehr gestaltveränderlich. Wahrscheinlich schliesst sich die seltsame Gattung Phyllomitus St. (T. 46, 7) zunächst an Bodo an, und zeichnet sich hauptsächlich dadurch aus, dass die beiden Geisseln an ihrer Basis auf eine gewisse Länge miteinander verwachsen sind. Weiterhin scheint sich bei dieser Form jedoch gleich-

zeitig eine asymmetrische Gestaltung deutlich anzubahnen, indem sich am Vorderende eine etwas einseitig gelagerte Aushöhlung (sogen. Peristom Stein's) gebildet hat.

Wir schalten hier einige Worte über eine von S. Kent beschriebene Form, die Gattung Trimastix ein, deren Stellung sehr unsicher erscheint, die sich jedoch allenfalls von den Bodoninen ableiten liesse durch Verdoppelung der nach hinten gerichteten Geissel derselben. Am etwas zugespitzten Vorderende dieser Form (T. 46, 13) befestigen sich demnach drei Geisseln, von welchen sich zwei nach hinten zurücklegen, und zwar die eine in eine Furche der Bauchseite hinein, welche dadurch gebildet wird, dass sich der rechte Seitenrand zu einer membranartigen Falte längs des Körpers erhebt. Diese Geissel wird weiterhin gewöhnlich in schwingender Bewegung getroffen, soweit sie sich an dem Körper herabzieht, und erinnert daher auffallend an den undulirenden Saum und seine Fortsetzung in eine hintere Geissel bei Trichomonas.

Die asymmetrische Gestaltung finden wir sehr ausgeprägt bei den höher entwickelten Heteromastigoden der Familie der Scytomonadina Stein's.

Die Gestalt ist hier deutlich abgeplattet und bei den Gattungen Anisonema und Entosiphon etwa oval, doch zeigt bei beiden der allgemeine Körperumriss eine etwas asymmetrische Bildung. Eine abgeplattete Bauchseite unterscheidet sich deutlich von einer mässig gewölbten Rückseite und die Mundöffnung ist auf dieser Bauchseite dicht hinter dem vordern Körperrand gelagert. Bei Anisonema (T. 46, 8) nimmt auch die hintere Geissel einen etwas asymmetrischen Verlauf, da sie wie bei Entosiphon etwas links von dem Vorderende der Schlundröhre (nach Klebs aus dem Grunde der Mundeinsenkung) entspringend sich bogenförmig vor derselben auf die rechte Körperseite begibt und hier längs einer Art seichter Rinne, welche durch eine Hervorwölbung des rechten Randes der Bauchfläche erzeugt wird, nach hinten verläuft. Auch in dieser Familie treffen wir die schon mehrfach erwähnte Längskantenbildung bei der Gattung Entosiphon wieder an, deren Bauch- und Rückseite von einer Anzahl solcher Längskanten wie gerippt erscheinen (T. 46, 9)*).

Seltsam abweichend und in ihren Verwandtschaftsverhältnissen zu den übrigen Formen etwas zweifelhaft erscheint die Gattung Colponema Stein (T. 46, 10), deren sehr asymmetrische Gestalt sich am besten aus der Abbildung ergibt. Eine tiefe, vorn etwas erweiterte Längsfurche zieht hier über die Bauchseite, und die hintere Geissel entspringt, abweichend von den seither beschriebnen Formen, weit entfernt von der vorderen, etwa in der Mitte des Körpers aus dieser Bauchfurche.

---

*) In einer Anmerkung glauben wir hier am besten einige Worte über ein sehr seltsames, mit Anisonema viel Aehnlichkeit bietendes Wesen berichten zu sollen, das James-Clark (125) unter dem Namen Heteromastix beschrieb. Dasselbe besitzt die beiden Geisseln der typischen Anisonemen und eine nicht unähnliche, jedoch durch lebhafte Contractionen veränderliche Gestalt. Mit dieser Bauweise vereinigt es jedoch den Besitz einer Ciliengruppe, die aus einer auf der vordern Hälfte der Bauchfläche etwas schief nach hinten ziehenden, breiten Grube entspringt. Sicheres über die Cilienanordnung ist leider nicht bekannt. Zunächst scheinen mir die morphologischen Eigenthümlichkeiten dieser seltsamen Form einen Zusammenhang mit den Heteromastigoda anzudeuten und ihren Anschluss an die typischen Cilioflagellaten nicht zu rechtfertigen.

5. Die feineren Bauverhältnisse des Weichkörpers der Flagellata.

A. Das Protoplasma und seine Differenzirung in Regionen.

Im Allgemeinen zeigt das Plasma der Flagellaten keinerlei besondere Eigenthümlichkeiten, die hier einer gesonderten Besprechung bedürften.

Eine diffuse Färbung des Plasmas, wie sie bis in die neueste Zeit von zahlreichen Beobachtern für viele grüne Isomastigoda (hauptsächlich der Familien der Chlamydomonadina und Volvocina), jedoch theilweise auch für die Euglenoidina angegeben wurde, existirt sicherlich nicht. Die Farbstoffe sind vielmehr stets an besondere geformte Inhaltskörper, die sogen. Chromatophoren, gebunden, worauf hauptsächlich Schmitz neuerdings aufmerksam gemacht hat und womit meine Erfahrungen ganz übereinstimmen.

Eine relativ seltene Erscheinung ist bei den Flagellaten auch die Differenzirung des Plasmas zu verschiedenen Regionen, was vielleicht im Allgemeinen mit der Kleinheit der Formen in gewissem Zusammenhang steht.

Der Ausbildung eines deutlichen und ziemlich dicken Ectoplasmas begegnen wir in ganz amöbenartiger Weise bei der interessanten Rhizomastigode Mastigamoeba aspera und aus diesem Ectoplasma bilden sich hier auch fast ausschliesslich die Pseudopodien (T. 39, 9).

Das Ectoplasma dieser Form besitzt noch eine besondere Eigenthümlichkeit, indem seine gesammte Oberfläche, und natürlich auch die der Pseudopodien, dicht mit sehr kleinen, bacterienartigen Stäbchen bedeckt ist. Gewöhnlich liegen diese Stäbchen der Plasmaoberfläche parallel auf, seltner stehen sie schief oder senkrecht davon ab. Es ist fraglich, ob wir diesen Stäbchenbesatz der Mastigamoeba aspera mit dem Börstchenbesatz, welchen wie früher (p. 122) erwähnt, gewisse nackte Rhizopoden zeigen (Chaetoprotens und Dactylosphaeria), vergleichen dürfen. Es scheint nämlich nicht unmöglich, dass der Stäbchenbesatz der Mastigamoeba wirklich von anhängenden Bacterien herrührt, da wir später sehen werden, dass sich bei gewissen Choanoflagellaten zuweilen ein dichter oberflächlicher Besatz von Bacterien ausbildet.

Dagegen ist es sicher, dass unsere Mastigamoeba an ihrem Hinterende häufig die haarartigen Fortsätze entwickelt, welche bei den amöbenartigen Rhizopoden so verbreitet sind (vergl. p. 101).

Auf die Gegenwart einer Ectoplasmalage (Rindenschicht) liesse sich für die grünen Formen der Euglenoidina daraus schliessen, dass sich die Chlorophyllkörner gewöhnlich in einer Lage dicht unterhalb der Cuticula vorfinden. Doch ist auch hier eine einigermaassen scharfe Abgrenzung dieser Rindenschicht gegen das innere Körperplasma nicht ausgesprochen und Klebs' spricht sich gegen die Existenz einer ruhenden äusseren Rindenschicht dieser Formen aus, da er unter gewissen Bedingungen das Plasma sammt seinen sämmtlichen Einschlüssen bis unter die Cuticula in strömender Bewegung sah. Dennoch dürfte eine relativ ruhende Rindenschicht der grünen Euglenoidinen anzunehmen sein, wegen der Constanz der Lagerung der Chromatophoren und weil sie gewöhnlich durch die Bewegungsvorgänge keinerlei Verschiebung erleiden. Eine seltsame Entwicklung erlangt eine ectoplasmaartige Lage am Vorderende der hierhergehörigen Gattung Colacium (wenigstens deutlich bei dem grossen C. calvum). Dieselbe krönt als eine dicke chlorophyllfreie Lage, gewissermaassen wie eine Haube das Vorderende und zeigt gleich-

zeitig eine längsstreifige Beschaffenheit (T. 47, 14). Aus den bis jetzt vorliegenden Mittheilungen Stein's lässt sich leider nicht entnehmen, ob diese Längsstreifung eine rein äusserliche oder ob sie eine innere ist. Ich erwähne dies hauptsächlich deshalb, weil ich eine zarte, senkrecht zur Oberfläche des Körpers gestrichelte ectoplasmatische Lage bei der Pseudospora Cienk. (T. 42, 7a) deutlich beobachtete, eine Lage, welche jedenfalls der ähnlich beschaffenen Hautschicht der Schwärmsporen von Vaucheria entspricht, die Strasburger*) beschrieb.

Bei den Chlamydomonadinen und Volvocinen kommt es nicht selten vor, dass der die beiden Geisseln tragende, häufig etwas zugespitzte Pol aus ungefärbtem, hellem Plasma besteht. Es hat jedoch dieser farblose Scheitel, der ja eine gewisse Aehnlichkeit mit der geschilderten Einrichtung bei Colacium besitzt, nichts mit einer besondern Ectoplasmaregion zu thun, sondern beruht einfach darauf, dass das grüne Chromatophor nicht bis in das Vorderende hereinragt.

B. Der feinere Bau der Geisseln.

Mit einem gewissen Recht könnte man die charakteristischen Bewegungsorgane der Flagellaten als ectoplasmatische Bildungen bezeichnen, da sie einerseits stets aus einem ganz homogenen und durchsichtigen Plasma gebildet sind und andrerseits jedenfalls direct von der äussersten Plasmaschicht des Körpers entspringen. Es ist wenigstens bis jetzt in keinem Fall wahrgenommen worden, dass ein Flagellum sich tiefer in den Körper fortgesetzt hätte. Da jedoch nur bei wenigen Flagellaten und selbst da meist nur mit einer gewissen Reserve von einem deutlichen Ectoplasma die Rede sein kann, so hat diese Betrachtung, wie mir scheint, keinen besondern Werth.

Wie schon von verschiednen Seiten hervorgehoben wurde, lassen sich gewisse Beziehungen zwischen den Pseudopodien und den Geisselfäden constatiren, obgleich es auch keineswegs geleugnet werden kann, dass zwischen einer wohl entwickelten Geissel und einem fadenförmigen Pseudopodium ein tiefer innerer Unterschied bestehen muss, wenn derselbe auch für uns zunächst nur in den Bewegungserscheinungen fühlbar erscheint. Dies schliesst jedoch nicht aus, dass auch Uebergänge existiren und wir haben ja früher schon erfahren, dass die Pseudopodien der sogen. Amoeba radiosa und namentlich die der Podostoma ähnliche Bewegungserscheinungen zeigen können, wie echte Geisseln (s. p. 123). Bei den typischen Flagellaten und den Mastigophoren überhaupt scheint jedoch bis jetzt nicht ein Fall beobachtet zu sein, wo eine wohlentwickelte Geissel umgekehrt eine pseudopodienartige Beschaffenheit angenommen hätte, obgleich ja bei zahlreichen Formen die amöboide Beweglichkeit des Plasmas noch sehr lebhaft ist. Nur in einem Fall, bei der Gattung Cercomonas nämlich, scheint sich ein geisselartiges Gebilde zu finden, welches eine Art Mittelstufe zwischen einer wahren Geissel und einem Pseudopodium einhält. Dies ist der hintere geisselartige Schwanzanhang, der für diese

*) Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Nat. 1876.

Gattung charakteristisch ist und der sich nach den Angaben Stein's wenigstens bei Cercomonas crassicauda zuweilen ganz pseudopodienartig verändern soll, während er anderseits auch schlängelnde geisselnde Bewegungen auszuführen im Stande ist (s. T. 39, 11a—b). Wie wir später genauer sehen werden, kommt im Leben unsrer Organismen nicht selten ein Verlust der Geisseln vor; wo dieser Vorgang jedoch bis jetzt genauer beobachtet wurde, scheinen die Geisseln hierbei meist einfach abgeworfen zu werden. Nur selten wird dagegen eine Einziehung derselben nach Art der Pseudopodien beobachtet.

Einen derartigen Fall beschreibt Dallinger bei der sogen. Dallingeria, wo in Vorbereitung zur Copulation die beiden seitlichen Geisseln gewisser Thiere allmählich zusammenschrumpfen und schliesslich ganz eingezogen werden sollen (T. 46, Fig. 12d). Wir erwähnen hier gleich, dass ein ähnlicher Vorgang der Geisseleinziehung zuerst von Clark bei einer Choanoflagellate beobachtet wurde (T. 48, Fig. 12).

Inwiefern sich die Neuentstehung der Geisseln mit der Entstehung eines Pseudopodiums parallelisiren lässt, ist bis jetzt gleichfalls durch Beobachtungen nur wenig sicher ermittelt. Das Wenige, was über diesen Vorgang bekannt ist, wird später am geeigneten Ort mitgetheilt werden.

Die Längen- und Dickenverhältnisse der Geisseln bieten die weitgehendsten Unterschiede dar. Die längsten Geisseln treffen wir bei gewissen Euglenoidinen (so z. B. Peranema und Zygoselmis), andrerseits bei gewissen Heteromastigoden aus der Familie der Scytomonadinae an; bei ersteren erreicht die grosse Geissel des Vorderendes zuweilen eine Länge von etwa 0,09—0,12 Mm. und mehr; die grosse hintere Schleppgeissel der letzteren bleibt häufig nicht viel unter dieser Länge. Auch die Geissel gewisser Mastigamöben wird sehr lang, ja übertrifft (0,16 Mm. und mehr) zuweilen noch die der ersterwähnten Formen. Solch lange Geisseln sind gleichzeitig meist auch die dicksten, doch erreicht ihre Dicke im Allgemeinen nicht viel über 0,0005 Mm. und die kleinen Geisseln erscheinen selbst bei den stärksten Vergrösserungen gewöhnlich als eben bemerkbare zarteste Fädchen.

Die winzigsten Flagellen sind jene kleinen Nebengeisseln, welche in der Familie der Dendromonadinae verbreitet sind und im Allgemeinen die Länge von etwa 0,006 Mm. nicht übertreffen.

Gewöhnlich werden die Geisseln als sehr zarte, nach ihrem freien Ende ganz fein auslaufende Fäden dargestellt. Dieser Darstellung begegnen wir z. B. noch ganz allgemein in dem Werk Stein's und bei den meisten andern Autoren. Obgleich sich nun das Vorkommen derartiger Geisseln nicht in Abrede stellen lässt, scheinen sie doch häufiger in ihrer gesammten Länge gleichmässig dick zu sein oder sich gegen das Ende doch nur sehr wenig zu verfeinern.

Schon Clark (125) wies auf diese Beschaffenheit der Geisseln bei einer ziemlichen Zahl von Formen hin und Bütschli hat dasselbe später mehrfach bestätigt gefunden. Natürlich ist es bei kleinen Geisseln sehr schwierig, dieses Verhalten ausreichend zu ermitteln.

Wie bemerkt, bestehen die Geisseln stets aus einem sehr durchsichtigen und körnchenfreien Plasma, an welchem besondre Structurverhältnisse einzig von Künstler (190) be-

schrieben wurden. Alle früheren Forscher stimmten darin überein, dass das Geisselplasma ein ganz homogenes Aussehen besitze. Künstler will sich nun bei einer ziemlichen Anzahl Flagellaten überzeugt haben, dass die Geisseln, welche er stets recht fein auslaufend darstellt, eine sehr zarte Querstreifung, ähnlich den quergestreiften Muskelfibrillen, besitzen. Er beobachtete bei sehr starken Vergrösserungen und bei Behandlung mit Färbungsmitteln eine ziemlich rigide Membran der Geisseln*) und eine regelmässige Abwechslung heller schmälerer und dunkler breiterer Querstreifen im Geisselplasma. Die dunkeln Querstreifen sollen, wie genauere Beobachtung ergab, daher rühren, dass in regelmässiger Aufeinanderfolge dunklere, etwa elliptische Plasmapartien, welche die Dicke des Flagellums nicht ganz erreichen, in ein helleres Plasma eingelagert sind.

Wie schon Künstler hervorhebt, besitzen die Flagellen im Gegensatz zu dem gewöhnlichen Plasma eine sehr geringe Tingirbarkeit. Diese Eigenthümlichkeit finde ich ebenfalls, glaube sie jedoch nicht wie Künstler einer wenig durchdringlichen Geisselmembran zuschreiben zu müssen, sondern betrachte sie als eine besondre Eigenthümlichkeit des Geisselprotoplasmas.

Die Erscheinung, dass gewisse Flagellaten befähigt sind, sich mit ihren Geisseln (resp. einer derselben) vorübergehend festzuheften, deutet darauf hin, dass das Plasma der Geisseln nicht selten eine etwas klebrige Beschaffenheit besitzen oder doch anzunehmen im Stande sein muss.

C. Undulirende Membranen.

Einige wenige Flagellaten (und seltsamer Weise nur parasitische Formen) besitzen neben Geisseln noch eine oder zwei sogen. undulirende Membranen oder Säume. Für die seltsame Gattung Trypanosoma wenigstens ist dies seit lange anerkannt. Es verdienen daher ihre Verhältnisse zunächst eine etwas genauere Berücksichtigung. Die Resultate der zahlreichen Beobachter erscheinen zu ergeben, dass die Gestalt der Trypanosoma in ziemlich hohem Grade veränderlich ist (wenigstens gilt dies für die häufigst untersuchte Form des Frosches). Letztere erscheint bald mehr birnförmig bis sackartig, bald dagegen nahezu kuglig, während sie sich andrerseits sehr in die Länge zu strecken vermag, so dass ihre Form eine wurmförmige werden kann (s. T. 39). Es unterliegt keinem Zweifel, dass die verschiednen Gestaltungen von einem und demselben Individuum durchlaufen werden; die Organismen scheinen sich namentlich beim Uebergang von der Bewegung zur Ruhe, oder bei eintretender Ermattung aus der länglichen Bewegungsform zu den kürzeren Gestalten zusammenzuziehen. Andere Formen der Trypanosoma scheinen dagegen eine langgestreckte Gestalt dauernder zu bewahren, wenngleich eine eindringlichere Untersuchung vielleicht auch hier eine grössere Veränderlichkeit nachweisen wird.

Das eine Körperende trägt bei den genauest untersuchten Formen des Frosches und der Fische eine ziemlich ansehnliche Geissel, und diese

---

*) Auch Carter (100 a) glaubte s. Z. den Geisseln einen cuticularen Ueberzug zuschreiben zu dürfen.

geht, wie bei den meisten übrigen Flagellaten bei der Bewegung voran, so dass auch hier das Geisselende als das vordere bezeichnet werden darf. Nicht unwahrscheinlich ist es, dass auch diejenigen Formen, bei welchen eine Geissel bis jetzt noch nicht beobachtet wurde, wenigstens zeitweise mit einer solchen ausgerüstet sein dürften. Als weiteres Bewegungsorgan functionirt nun neben dieser Geissel die undulirende Membran — eine hautartige, homogene, zarte Ausbreitung des Körperplasmas, die bei Tryp. sanguinis längs der convexen Seite des Körpers hinabzieht und zwar gewöhnlich in seiner ganzen Ausdehnung. Während der Bewegung sieht man an dieser Membran eine grössere oder geringere Anzahl wellenförmiger Ausbuchtungen hinziehen und zwar sollen dieselben nach Ray Lankester zeitweise nach der einen, zeitweise nach der entgegengesetzten Richtung laufen. Diese Ausbuchtungen geben der Membran bei flüchtiger Betrachtung ein ausgezacktes Ansehen, wie sie denn auch von den früheren Beobachtern (speciell Gruby, T. 39, 5 f) dargestellt wurde, ja diese Auszackungen konnten sogar für Cilien gehalten werden (Wedl und neuerdings wohl auch Rättig). Der Verlauf der Membran längs des Trypanosomakörpers scheint zuweilen ein etwas schraubiger zu sein (Certes, Mitrophanow, T. 39, 6 a), jedoch scheint es mir schwierig zu entscheiden, ob dies nicht nur darauf beruht, dass der Körper unsrer Form (namentlich im längsgestreckten, wurmförmigen Zustand) gewöhnlich selbst eine Anzahl schraubenförmiger Windungen macht. Wo diese Windungen nicht ausgebildet sind, scheint auch die Membran nahezu ungewunden an dem Körper hinabzuziehen.

Eine Reihe von Beobachtungen (Gaule, Mitrophanow) weisen darauf hin, dass die geschilderte Membran nicht eine bleibende, unvergängliche Einrichtung ist. Zunächst zeigt sich ihr Ausbildungsgrad (speciell bei der Trypanosoma sanguinis und der Form aus Cobitis fossilis) ziemlich variabel. Während sie bei schwächerer Entwicklung von der Geissel scharf getrennt erscheint, fliesst sie bei ansehnlicher Ausbildung mit derselben gewissermaassen zusammen, so dass die Geissel dann gleichsam eine Art Anhang der Membran vorstellt. Andrerseits scheint die Membran aber auch gänzlich eingezogen werden zu können, ja es ist nicht unwahrscheinlich, dass unsre Organismen unter Rückbildung der Geissel wie andre primitive Flagellaten in einen amöboiden Zustand überzugehen vermögen. — Im Hinblick auf das ähnliche Verhalten der Geisseln scheint es interessant, dass sich nach Certes (189) auch die undulirende Membran sehr schwierig färbt.

Wie früher bemerkt, finden wir noch bei zwei weitern Geschlechtern parasitischer Flagellaten (Trichomonas und Hexamitus) ähnliche Einrichtungen, wenngleich Stein denselben nicht den Charakter wirklicher schwingender Säume zuschreiben zu dürfen glaubt. Schon früher wurde auf die Controverse hinsichtlich der undulirenden Membran der Trichomonas hingewiesen. Wie gesagt, ist es nach Stein keine eigentliche undulirende Membran, welche das früher auf eine Cilienreihe bezogene Bewegungsphänomen auf

der Bauchseite der Trichomonas hervorruft, sondern dies würde dadurch bewirkt, „dass der überaus weiche Körper auf der einen Seite schnell hinter einander spitzzähnige oder abgerundete Fortsätze hervortreibt, welche zusammen den Eindruck hervorbringen, als verlaufe unaufhörlich eine Welle nach der andern von vorn nach hinten über den betreffenden Körperrand.“ Eigene in Gemeinschaft mit Blochmann vorgenommene Untersuchungen ergaben jedoch bei Trichom. vaginalis und Batrachorum, dass das Phänomen auch hier durch eine deutliche undulirende Membran verursacht wird. Der etwas verdickte freie Rand dieser Membran kann sich beim Abtödten der Trich. Batrachorum zuweilen ablösen und hierauf beruht es wohl, dass Grassi (193) statt der Membran eine wellige Geissel annahm. Bei Trich. Batrachorum dehnt sich die Membran bis gegen das hintere Körperende aus und setzt sich in eine zarte freie Geissel fort. Dieser directe Uebergang der Membran in eine Geissel dürfte beweisen, dass zwischen beiderlei Gebilden eine innige Verwandtschaft existirt und diese Erfahrung wird, wie wir früher gesehen haben, auch noch dadurch besonders unterstützt, dass die ohne Zweifel mit Trichomonas sehr nahe verwandte Trichomastix an Stelle der Membran eine durchaus freie hintere Geissel besitzt.

Letztere Gattung zeigt noch eine hochinteressante Erscheinung, welche für das Verständniss der undulirenden Membran überhaupt sehr bedeutungsvoll erscheint. Wird sie durch Druck stark abgeplattet, so gehen die vier Geisseln ganz verloren, dagegen beginnen nun die Körperränder andauernd wellige Bewegungen auszuführen, die sich in jeder Hinsicht der Wellenbewegung der geschilderten undulirenden Membranen an die Seite stellen lassen. Diese Erscheinung findet vielleicht auch darin ein Analogon, dass Stein in der vorderen Körperhälfte des Hexamitus intestinalis zuweilen jederseits einen ähnlichen Saum undulirender Fortsätze wahrgenommen hat.

D. Die Cuticular- und Schalenbildungen der Flagellata.

Einer grossen Anzahl unsrer Organismen fehlt eine häutige Umhüllung des plasmatischen Körpers gänzlich. Besonders deutlich tritt dies ja bei denjenigen einfacheren Formen der drei Abtheilungen der Monadina, Iso- und Heteromastigoda hervor, welche entweder dauernd oder doch während gewisser Lebensepochen amöboide Bewegungserscheinungen zeigen. Bei zahlreichen kleineren Formen mit gestaltsbeständigem Körper ist sicherlich keine wahre Zellmembran einigermaassen scharf differenzirt. Dennoch müssen wir der oberflächlichsten Körperschicht derselben eine grössere Starrheit, also in gewisser Hinsicht die Eigenschaften einer Membran zuschreiben, ohne dass sich dieselbe jedoch von dem unterliegendem Plasma, in das sie ganz allmählich übergeht, sondern liesse. Diese Beschaffenheit dürfen wir, meiner Ansicht nach, durchweg den formbeständigen Gliedern der Monadinen, einer nicht geringen Anzahl der Isomastigoden, sowie den kleineren Heteromastigoden zuschreiben.

Von dem eben geschilderten Zustand führen ohne Zweifel gewisse Uebergangszustände zu den Formen mit wohl differenzirter sogen. Cuticula, d. h. einer dem Plasmakörper dicht und innigst aufliegenden Zellhaut. Wahrscheinlich werden wir in der Gruppe der Euglenoidina, von welcher zahlreiche Angehörige eine gut entwickelte Cuticula besitzen, solchen Uebergangsformen begegnen.

Von den Cuticularbildungen unterscheiden wir auch hier die Schalen- oder Gehäusebildungen wesentlich nur dadurch, dass diese Umhüllungsgebilde dem Körper nicht mehr dicht aufliegen, sondern ihm nur lose verbunden sind, also der Körper sich mehr oder minder frei in der ihn umschliessenden Schale befindet. Natürlich konnte dieser Zustand nur aus einem solchen hervorgehen, wo die sogen. Schale ähnlich einer Cuticula oder eigentlichen Zellhaut dem Plasmakörper, von dem sie gebildet wurde, dicht auflag. Wir halten es daher für wohlberechtigt, die Gehäuse- oder Schalenbildungen im Allgemeinen gleichfalls in die Kategorie der Zellmembranen einzureihen, wenngleich sich Stein (167) sehr entschieden gegen eine solche Auffassung ausgesprochen hat.

Dass ein in einer solchen Schale eingeschlossner Flagellatenkörper zuweilen ausserdem noch eine besondre Cuticula besitzt, kann jedenfalls nicht gegen unsere Auffassung sprechen und selbst der Fall, dass bei gewissen Euglenoidinen die Schalenhülle erst nachträglich als eine äussere Abscheidung ausserhalb einer bereits existirenden Cuticula gebildet wird, kann meiner Ansicht nach die Einreihung der Schalenbildungen in die Reihe der Zellmembranen nicht beeinträchtigen. Gerechtfertigter würde eine schärfere Scheidung der Cuticular- und Schalenbildungen dann erscheinen, wenn sich nachweisen liesse, dass ihre Entstehung eine wesentlich verschiedene ist. Für die ersteren ist sicherlich eine Entstehung durch Differenzirung der äussersten Plasmaschicht des Körpers anzunehmen, für die letzteren dagegen scheint es in einer Reihe Fälle sehr wahrscheinlich, dass ihre Bildung durch Secretion geschieht. Dennoch scheint es zur Zeit nicht möglich, auf diese Unterschiede gestützt beiderlei Gebilde schärfer zu sondern.

1) Cuticularbildungen. Wie bemerkt, treten dieselben in der Abtheilung der Euglenoidina sehr allgemein verbreitet und am besten ausgebildet hervor. Wir wollen daher zunächst auf die Verhältnisse bei dieser Gruppe einen Blick werfen*). Der stärksten Entwicklung der Cuticula begegnen wir hier, wie zu erwarten, bei jenen ganz starren und gestaltsbeständigen Formen, welche Stein zur Familie der Chloropeltideae zusammenfasste (Lepocinclis und Phacus). Die sehr resistente und ziemlich dicke Cuticula dieser Formen ist dann am besten zu studiren, wenn nach dem Absterben der Organismen das gesammte Plasma im Lauf der Zeit zerstört wurde und die Cuticula nun als eine glasartig durchsichtige und homogene Haut rein und isolirt vorliegt. Dieselbe umkleidet hier wie bei den übrigen Euglenoidina den Körper allseitig und erleidet nur am Grunde des kurzen sogen. Schlundes, den sie sich einsenkend bildet, eine Unterbrechung. Eine stete Auszeichnung dieser Cuti-

*) Die Auffassung der Cuticularbildungen als Ectoplasma, welche Kent einzuführen sucht, scheint mir mit dem allgemeinen Begriff des Ectoplasmas, wie er sich namentlich auf Grund der Verhältnisse bei den Sarkodinen allmählich entwickelte, nicht vereinbar.

cula ist ihre Streifung, die wie die Formen mit gröberen Streifen erweisen, auf äusseren, schwach leistenartigen Erhebungen oder Verdickungen der Haut beruht. Diese Streifung ist entweder eine längs gerichtete (beide Gattungen z. Th.) oder umzieht den Körper mehr oder weniger deutlich schraubenförmig. — Die Streifen sind theils in geringer Anzahl vorhanden und dann durch ziemlich weite Abstände getrennt (so namentlich bei Phacus Pyrum und Lepocinclis hispidula) oder sie stehen dichter bis sehr dicht zusammen (letzteres namentlich bei Lepocinclis Ovum). Selten tritt noch eine besondere Verzierung der Streifen hervor, so sind sie bei Lepocinclis hispidula sehr deutlich gezackt, so dass die Cuticula hier äusserlich mit Längsreihen von Dornen verziert erscheint, bei Phacus longicauda dagegen erscheinen die Streifen bei sehr starker Vergrösserung aus einer Längsreihe sehr dicht zusammengestellter feiner Knötchen gebildet, während die die Streifen trennenden Cuticularbänder eine sehr zarte Querstrichelung aufweisen*).

Dünner, jedoch im Allgemeinen von entsprechender Bildung erscheint die Cuticula bei der Gattung Euglena, wo sie zuweilen gleichfalls noch hinreichend dick und resistent ist, um sich nach dem Absterben isolirt erhalten zu können, was zuerst Focke beobachtete. Immerhin ist die Cuticula der Euglenen biegsam und elastisch genug, um die energischen Gestaltsveränderungen des Körpers zu gestatten. Wie schon erwähnt, ist auch die Cuticula dieser Formen stets deutlich schraubig gestreift, doch ist die Streifung hier fast stets sehr zart und dicht, so dass sie erst bei ziemlicher Vergrösserung deutlich wird. Bei Euglena Ehrenbergii Kl. sah Klebs noch ein zweites zärteres Streifensystem das ersterwähnte kreuzen. Nur bei Euglena spyrogyra ist die Streifung weniger dicht und tritt auch dadurch noch deutlicher hervor, dass auf den Streifen Reihen knöpfchenartig über die Oberfläche etwas vorspringender Knötchen (trapezoidische Höckerchen nach Klebs) aufsitzen, ähnlich also wie es oben von dem Phacus longicauda geschildert wurde. Nach Klebs sollen sich bei Anwendung von Druck oder bei Behandlung mit Pepsin von den eigentlichen Cuticularstreifen zarte farblose Fäden abheben, auf welchen erst die Höckerchen sitzen. Auch zeichnet sich die Cuticula dieser Art nach ihm dadurch aus, dass sie durch Eisenoxydhydrat gelb bis braun, ja bei einer Varietät bis schwarz gefärbt ist. Besonders die Höcker treten durch intensive Färbung hervor. Schliesslich will Klebs beobachtet haben, dass die Höcker manchmal zum Theil abgestossen werden und sich hierauf wieder neu bilden. Doch gelang es nicht, die Bildungsgeschichte sicher zu ermitteln; gewisse Beobachtungen wiesen darauf hin, dass sich zuerst die erwähnten Fäden erzeugen, welche die Höcker tragen.

Dass die schraubige Streifung des Euglenenkörpers der Cuticula angehört, also sicherlich nicht eine plasmatische Differenzirung des Ecto-

*) Diese Querstreifung ist es jedenfalls, welche Klebs (206) neuestens als ein zweites bisher übersehenes spiraliges Streifensystem bei dieser Form und Ph. pleuronectes beschrieb.

sarks darstellt, welche, wie Stein annimmt, nach Analogie mit der Körperstreifung der Ciliaten mit den Contractionsvorgängen der Euglenen im Zusammenhang stehe, scheint sicher daraus hervorzugehen, dass die isolirte Cuticula die Streifung noch deutlich zeigt. Auch Klebs spricht sich neuestens entschieden gegen die Stein'sche Ansicht aus. Ebenso spricht die Uebereinstimmung der Streifen mit denjenigen der ganz starren Chloropeltidea, wo sie sicher cuticular sind, auf das entschiedenste gegen die Ansicht Stein's. — Mir scheint im Gegentheil die von Stein bekämpfte Ansicht Carter's (100), welche schon früher Perty äusserte: dass die Spiralstreifung der Euglenencuticula eine gewisse Vergleichbarkeit mit den Spiralverdickungen gewisser Pflanzenzellhäute zeige, nicht unplausibel.

Focke (58, 2) und später Carter (100)*) konnten zeigen, dass die isolirte Cuticula der Euglenen dem Verlaufe der Streifen entsprechend leicht einreisst, ja Carter sah dieselbe sogar in schraubenförmige Fasern zerfallen.

Hinsichtlich ihrer chemischen Beschaffenheit zeigt die Cuticula der seither geschilderten Eugleninen eine Reihe gradueller Verschiedenheiten, indem sie ziemlich Hand in Hand mit ihrer Dickenentwicklung auch mehr und mehr Resistenz erlangt, bis sie bei den Chloropeltidien sogar der Einwirkung concentrirter Schwefelsäure viele Stunden hindurch widersteht. Namentlich Klebs hat sich neuestens um die genauere Untersuchung derselben verdient gemacht und festgestellt, dass die Cuticula zahlreicher Euglenen schon durch concentrirte Essigsäure bis zur Unkenntlichkeit aufquillt, ebenso auch durch Kali. Eine eigentliche Auflösung erfolgt jedoch nicht, wie gewisse Versuche zeigen. Von diesem Verhalten führen ziemlich allmähliche Uebergänge zu der grossen Resistenz der entwickelteren Cuticularbildungen.

In keinem Fall gelang die Reaction auf Cellulose und ich kann dies nach zahlreichen Versuchen an den Chloropeltidien bestätigen. Mit Jod und Schwefelsäure tritt Braunfärbung ein. Im Allgemeinen nimmt die Tingirbarkeit der Cuticula in gleichem Grade, wie ihre Resistenzfähigkeit zunimmt, ab; als bestes Färbemittel erwies sich noch Hämatoxylin, doch färbt auch dieses bei Phacus nur schwach.

Durch Verdauungsversuche mit Pepsin, sowie durch Untersuchung der Wirkung der Fäulnissbacterien gelangte Klebs zu dem Resultat, dass diese Membran allgemein aus zwei verschiednen Stoffen besteht, einem der sich bei dieser Behandlung entfernen lässt und welcher daher wohl eiweissartiger Natur ist und einem zweiten, welcher hierbei als zusammenhängende oder in bandartige Streifen zerfallne, die Streifung noch zeigende Membran zurückbleibt, sich mit Jod nicht mehr färbt und sehr wenig in Kali quillt. Letzteren Stoff bezeichnet er als Zellhautstoff und

*) Doch verlegt auch Carter die Streifung irriger Weise in eine besondere Schicht unter die Cuticula.

seine chemische Natur ist zur Zeit noch unbestimmt. Auch die Höckerfäden der Euglena spyrogyra widerstehen der Behandlung mit Pepsin.

Im Allgemeinen scheint sich hieraus zu ergeben, dass die Resistenz zunimmt je mehr in der Cuticula der Zellhautstoff sich ausbildet und dass dieser in den so widerstandsfähigen Membranen der Chloropeltidien sehr überwiegt.

Mit Euglena stimmen nach Klebs bezüglich der Cuticula überein die nahe verwandten Geschlechter Ascoglena, Trachelomonas, Menoidium und Eutreptia und auch die Cyclidiumformen, welche Klebs unter dem Namen Astasia beschreibt.

Auch bei einigen weiteren mit Euglena verwandten Geschlechtern findet sich eine ähnliche zarte schraubige Streifung, wenngleich eine deutliche Cuticula hier nicht immer mit Sicherheit nachgewiesen ist (Astasia, Peranema, Urceolus, Zygoselmis und Heteronema. Auch die zu den Heteromastigoden gehörige Anisonema zeigt nach Klebs die Spiralstreifung). Bei Peranema hat sich jedoch Klebs von der in concentrirter Essigsäure verquellenden Cuticula überzeugt und die Gegenwart der Spiralstreifung scheint im Allgemeinen das Vorhandensein einer entsprechenden Cuticula sehr wahrscheinlich zu machen.

Für diese Auffassung spricht weiterhin ein Zustand des interessanten Urceolus, den ich einmal zu beobachten Gelegenheit hatte; hier hatte sich der Weichkörper in seinem vorderen Theil von einer nun deutlich gestreiften zarten Cuticula ganz zurückgezogen und sich kuglig zusammengeballt, während die vorne freie Cuticula noch die eigenthümliche kelchartige Beschaffenheit des Peristoms darbot. Die Geissel fehlte. Mit Kali verquillt die Cuticula jedoch bis zur Unkenntlichkeit.

Aus dem Vorbemerkten geht wohl sicher hervor, dass die Cuticularbildung unter den echten Euglenoidinen ganz allgemein verbreitete zu sein scheint, so dass wir sie auch den übrigen, bis jetzt noch nicht genauer studirten Formen wohl zuschreiben müssen.

In der umfangreichen Abtheilung der Isomastigoda scheint es nur sehr selten zur Entwicklung einer wahren Cuticula zu kommen. Mit einiger Sicherheit dürfen wir eine solche wohl nur der interessanten Gattung Synura zuschreiben (T. 43, 1). Die Synura-Individuen zeigen entweder eine etwas unregelmässig körnelige, zarte Hüllschicht, oder häufiger ist dieselbe über die gesammte Körperoberfläche zu einem etwas unregelmässigen Stachelkleid ausgewachsen, dessen Stacheln entweder nur kurz sind oder zu recht beträchtlichen Anhängen heranwachsen. Ueber die chemische Beschaffenheit dieser Cuticula und ihrer Stacheln ist zur Zeit nichts Sicheres bekannt, jedoch scheint dieselbe aus keinem sehr resistenten Stoffe zu bestehen. Dieselbe Hülle sammt Stachelkleid zeichnet auch die zweifelhafte Gattung Mallomonas Perty's aus, welche Stein überhaupt nicht für eine selbstständige Form gelten lässt, sondern auf abgelöste, isolirte Individuen der koloniebildenden Synura zurückführt.

Da aber sicher auch eingeisselige Formen existiren, welche der Beschreibung Perty's entsprechen, während die Individuen der Gattung Synura stets zweigeisselig sind, so scheint es noch unsicher, ob nicht doch eine besondere Gattung Mallomonas festzuhalten ist.

welche Ansicht Kent vertritt. Die Bestachelung des Mallomonas zeigt nun eine gewisse, jedenfalls aber passive Beweglichkeit, welche schon Fresenius (93) beobachtete; die Stacheln legen sich nämlich bei der Bewegung unsrer Wesen dem Körper mehr an, d. h. sie werden ohne Zweifel durch den Widerstand des Wassers zurückgebogen. Auch beobachtete Fresenius öfter, dass die Richtung, in welcher die Stacheln vom Körper abstehen, langsam verändert wird. Wie gesagt, ist aber diese Beweglichkeit der Stacheln jedenfalls eine durchaus passive, und es scheint in hohem Maasse irrthümlich, wenn Kent die Stacheln des Mallomonas für Cilien erklärt und unsere Form demgemäss unter die Cilioflagellaten stellt.

Ganz kurz möchten wir an dieser Stelle noch der von der gewöhnlichen Auffassung sehr abweichenden Vorstellungen Künstler's (190) über den Bau der Körperhülle der Gatt. Cryptomonas hauptsächlich gedenken. Gegenüber der auch von mir getheilten Ansicht, dass diese Form nur eine äussere verdichtete Hautschicht besitzt, was auch bei der nächstverwandten Gatt. Chilomonas durch das leicht eintretende Zerfliessen des Körpers bewiesen wird, gelangte K. zu dem Resultat, dass das sogen. Integument der Cryptomonas aus nicht weniger wie vier Schichten zusammengesetzt sei. Die äusserste dieser Schichten, welche er speciell als Cuticula bezeichnet, sei farblos, die drei inneren dagegen grün pigmentirt. Aus diesen Angaben geht zunächst hervor, dass K. in jedenfalls irriger Weise die später zu besprechenden Entochromplatten (Chromatophoren) zu dem Integument hinzuzog. (Vergl. daher auch weiter unten im Kapitel über die Chromatophoren.) Der äussersten Integumentalschicht, seiner sogen. Cuticula, schreibt K. eine zarte, oberflächliche Spiralstreifung, ferner eine verdichtete und geschichtete äussere Region und eine tiefe Lage zu, welch' letztere durch Einlagerung zahlreicher von flüssigkeitsreichem Plasma gebildeter Vacuolen in der Flächenansicht eine netzartige Zeichnung darbieten soll. Eine ähnliche Zeichnung findet er auch im Integument der sogen. Euglena oxyuris (der Abbildung nach jedenfalls E. spyrogyra), jedoch gründet sich diese Angabe sicher nur auf irrthümliche Auffassung der oben beschriebnen Cuticularzeichnung dieser Euglena. Auch für letztere Gattung, wie für Phacus macht K. den seltsamen Missgriff, die unter der eigentlichen Cuticula liegenden Chromatophoren als eine tiefe Integumentschicht zu beschreiben, wobei er denn natürlich auch in den Irrthum verfallen musste, dass die Euglenen eine zusammenhängende, gefärbte subcuticulare Lage besässen, an Stelle der thatsächlich vorhandenen discreten Chromatophoren. Wir begnügen uns hier mit diesem Hinweis auf die Künstler'schen Darstellungen und brauchen kaum eingehender zu betonen, dass uns dieselben grösstentheils irrig erscheinen. Die angeblich durch vacuoläre Einlagerungen hervorgerufene netzförmige Zeichnung, welche Künstler nicht nur dem Integument, sondern auch, wie wir noch sehen werden, zahlreichen weiteren Körpertheilen zuschreibt, lässt sich möglicherweise z. Th. auf die falsch gedeutete Beobachtung einer netzförmigen Plasmastructur zurückführen, welche ja auch bei den Flagellaten nicht fehlen wird.

2. Stiel- und Gehäusebildungen.

a) Stielbildungen. Bei einigen Flagellaten kommt es in ähnlicher Weise, wie wir dies schon bei gewissen Sarkodinen fanden, zur Bildung von stielartigen Trägern des Körpers, welche sich als Abscheidungen aus der hinteren, seltner dagegen der vordern Körperregion entwickeln. Besonders schön entwickelt begegnen wir solchen Gebilden zunächst bei der Familie der Dendromonadinae, wo die Koloniebildung gleichzeitig zur Entwicklung verästelter, baumförmiger Stiele führt. Hier ist es stets das hintere Körperende, welches durch seine Abscheidung den Stiel erzeugt und sein Weiterwachsthum bewirkt. Die Stiele von Dendromonas und Cephalothamnium (T. 41; 6, 8) werden von einer ziemlich steifen, durchsichtigen, homogenen und farblosen Masse gebildet, deren Verhalten gegen Reagentien zur Zeit nicht genauer bekannt ist. Sie scheinen weiter durchaus solid, nicht röhrig zu sein. Einer ganz entsprechenden Stielbildung be-

gegnen wir unter den Isomastigoda auch bei der Gattung Chrysalis (T. 44, 6), jedoch führt dieselbe hier nicht zur Entwicklung von Kolonien. Aehnlich erscheint weiterhin der meist kurze Stiel, welchen die sich festsetzenden Formen der Gattung Chlorangium (T. 44, 2) ausscheiden. Stein bezeichnet ihn als starr, Cienkowsky (134) dagegen als einen Schleimstiel. Dieser Chlorangiumstiel kommt jedoch nicht am Hinterende des Organismus zur Entwicklung, sondern da sich die freischwimmende Form mit ihrem geisseltragenden Vorderende festheftet, ist es dieses, welches die Ausscheidung des Stieles bewirkt. Sehr interessant erscheint es, dass wir eine zweite, jedoch den Euglenoidinen angehörige Form kennen, welche in einer ganz mit Chlorangium übereinstimmenden Weise Stiele bildet. Dies ist die Gattung Colacium (T. 47, 14). Auch sie geht unter Verlust der Geissel durch Festheftung mit dem Vorderende in einen gestielten Zustand über, doch unterscheidet sich derselbe von Chlorangium dadurch, dass bei der nun beginnenden Vermehrung durch fortgesetzte Zweitheilung allmählich verzweigte, baumförmige Stiele ähnlich wie bei den Dendromonadinen gebildet werden.

Durch eine Reihe besondrer Eigenthümlichkeiten zeichnet sich das Stielgerüst der zu den Dendromonadinen gehörigen, so vielfach untersuchten Anthophysa aus, weshalb wir erst an dieser Stelle etwas näher auf dieselbe eingehen. Die Stiele der Anthophysa werden wie die der übrigen Dendromonadinen von dem Hinterende der Individuen ausgeschieden; da jedoch hier, wie bei dem nahe verwandten Cephalothamnium die Individuen zu etwa halbkugligen Kolonien vereinigt sind, welche je einem Stiel (oder Zweig des Stielgerüstes) aufsitzen, so wird jeder Stiel gleichzeitig durch die Ausscheidung aller zu einer solchen halbkugligen Gruppe vereinigten Individuen erzeugt (T. 41, 5). Wie schon angedeutet, entwickeln sich auch die Stiele der Anthophysa zu dichotomisch verzweigten und häufig sehr ansehnlichen Gerüsten, indem die Individuengruppen der Stielenden sich zweitheilen und jede der so erzeugten Gruppen einen neuen Stielzweig bildet.

Die jugendlichen Stiele unsrer Anthophysa erscheinen wie die der seither besprochnen Formen farblos, ältere dagegen (oder die ältern Theile der Gerüste) nehmen allmählich eine gelbliche bis gelbbraune Färbung*) und nach Stein gleichzeitig auch eine starre, unbiegsame Beschaffenheit an, wogegen die noch farblosen Gerüste (oder die peripherischen Zweigenden älterer Gerüste) weich und biegsam sind. Ueber den feineren Bau der Stiele herrschen noch gewisse Zweifel; James-Clark (124) beschreibt dieselben als hohle Röhren und auch Stein bezeichnet sie als „solide Röhren"; gegenüber dieser Auffassung betonte ich seiner Zeit ihre solide Beschaffenheit und auch Kent, welcher dem Bau der Stiele viel Aufmerk-

---

*) Ob diese Färbung nicht auch durch eine Beimischung von Eisenoxydhydrat verursacht ist, wie dies Klebs für ähnliche Färbungen der Schalen gewisser Euglenoidinen erwies, bleibt zu untersuchen.

samkeit gewidmet hat, schliesst sich letztrer Ansicht an. Dagegen glaubt sich Balbiani (199) neuerdings wieder von der röhrigen Beschaffenheit jugendlicher Stiele sicher überzeugt zu haben und beobachtete gleichzeitig in deren Axe einen dunkleren Axenfaden. Das Material, welches den Anthophysenstiel zusammensetzt, ist nicht homogen, wie das der seither erwähnten Formen, sondern schon die jugendlichen und weichen Stiele oder Stieltheile besitzen stets eine etwas unregelmässig granuläre Beschaffenheit, welche in den älteren, bräunlichen Theilen einer feinen Längs- bis Spiralstreifung Platz macht. Nach Stein's Darstellung wird diese Streifung durch die Einlagerung zahlreicher feiner stäbchenförmiger Skeletgebilde hervorgerufen, welche denn auch die Starrheit dieser älteren Stieltheile bedingen sollen. Dagegen sprechen meine Beobachtungen wie die Kent's für eine zusammenhängende, etwas unregelmässige Streifung, resp. Faserung. Die granulöse Beschaffenheit der jugendlichen Stieltheile schreibt sich wahrscheinlich von der etwas seltsamen Entstehungsgeschichte des Stieles, welche zuerst durch Kent's Untersuchungen aufgeklärt wurde, her. Schon Ehrenberg machte die interessante Beobachtung, dass bei Fütterung der Anthophysakolonien mit Indigo die Farbstoffpartikel sich allmählich in grosser Menge an den obersten, jüngsten Stieltheilen ansammeln, so dass diese nach einiger Zeit ganz blau erscheinen. Kent verfolgte den Vorgang näher und fand, dass die von den Thieren aufgenommenen Farbstoffpartikelchen sehr bald wieder von deren Hinterenden ausgeschieden und so in die gleichzeitig secernirte weiche Stielmasse eingelagert werden. Diese interessante Beobachtung scheint nun den Schluss sehr wahrscheinlich zu machen, dass die Granulationen, welche die noch jugendlichen Stieltheile zeigen, auf Excretionsproducte zurückzuführen sind, welche, ähnlich wie die unverdaulichen Farbstoffpartikelchen, an den Hinterenden der Anthophysathiere ausgeschieden werden. Wie sich jedoch aus dieser granulären Beschaffenheit der jüngeren Stieltheile die streifige der älteren hervorbildet, scheint etwas zweifelhaft. Kent sucht dies so zu erklären, dass die Streifen den Antheil bezeichnen, welchen jedes Individuum einer Thiergruppe am Aufbau des Gesammtstiels genommen habe, eine Ansicht, welche schon früher James-Clark in ähnlicher Weise aufgestellt hatte. Hierfür spreche namentlich die Erscheinung, dass sich die Zahl der Streifen gegen das Ende des Stiels, resp. Stielzweiges, vermehre, entsprechend der Vermehrung der Individuenzahl der Gruppen durch fortdauernde Theilung.

Das Wachsthum des Antophysastiels scheint im Allgemeinen ein ziemlich rasches zu sein; bei Karminfütterung sah Kent den Stiel einer Gruppe in einer halben Stunde um etwa 0,034 Mm. wachsen, jedoch geschieht die Zunahme unter gewöhnlichen Verhältnissen gewiss beträchtlich langsamer.

Jedenfalls scheint die seiner Zeit von James-Clark geäusserte Ansicht, dass das Stielgerüste unsrer Anthophysa ein eignes actives Wachsthum besitze, nicht zutreffend, wenngleich gewisse eigenthümliche Verhältnisse in seiner Dickenzunahme eine solche Ansicht scheinbar unterstützen.

Unter normalen Wachsthumsverhältnissen, d. h. bei regelmässig fortdauernder Vermehrung der Einzelthiere der Gruppen ist a priori anzunehmen, dass die Dicke des Stiels (resp. der Stielzweige) nach den Enden zu etwas wächst. Dies tritt denn auch, wie es scheint, an den Stöcken mit individuenreichen Gruppen ziemlich deutlich hervor. Namentlich ist an solchen Stöcken, wie Stein ausführlich darstellt, das Ende der Stielgerüstzweige nahezu kuglig angeschwollen (T. 41, 5 i). Dagegen finden wir auch Stöcke, deren Gruppen sich durch Individuenarmuth gewöhnlich als schwächlich entwickelte verrathen, bei welchen sich das Stielgerüst von der Basis aus mehr und mehr verdünnt, bis schliesslich die freien Zweigenden ganz fein zugespitzt auslaufen (T. 41, 5 b), also genau das umgekehrte Verhalten wie im erstgeschilderten Fall darbieten. Derartige Stielgerüste könnten nun wirklich die Vermuthung hervorrufen, es fände ein nachträgliches actives Dickenwachsthum der Stiele statt. Dieser sehr unwahrscheinlichen Annahme dürfte jedoch die vorzuziehen sein, welche die abnorme Verdünnung der Stielzweige theils auf ungenügende Ernährungsverhältnisse der sie erzeugenden Gruppen, theils namentlich darauf zurückzuführen sucht, dass die Gruppen solcher Stöcke nicht eine fortdauernde Vermehrung ihrer Individuen, sondern wahrscheinlich eine allmähliche Verminderung derselben dadurch erfahren, dass sich fortdauernd Einzelthiere aus den Gruppen loslösen und diese so allmählich verarmen.

Ueber die chemische Natur der braunen, verhärteten Stielgerüste ist bekannt, dass sie selbst in kochender Kalilauge unlöslich sind, dagegen von concentrirter Schwefelsäure zerstört werden. Ob man ihre Substanz daher dem Chitin vergleichen will oder es mit Kent vorzieht, sie lieber dem Keratin zu nähern, scheint auf Grund unserer geringfügigen Kenntnisse zunächst ziemlich bedeutungslos.

b) Hüllenbildungen. *α.* Gallerthüllen. Zu den Hüllenbildungen im weitern Sinne rechnen wir auch die gallertigen Umhüllungen, welche gewisse Flagellaten, ähnlich wie früher besprochene Sarkodinen, besitzen. Wir sind hierzu um so mehr berechtigt, als eine Vergallertung häutiger Umhüllungen zu gewissen Zeiten auch bei Flagellaten beobachtet wird und sich bei pflanzlichen Organismen, wie bekannt, sehr häufig findet, andrerseits solche gallertige Umhüllungen den Charakter von Schalengebilden zuweilen ziemlich deutlich darbieten und durch Erhärtung allmählich in häutige Schalengebilde überführen können.

Schon unter den Rhizomastigoda treffen wir gelegentlich eine solche Gallerthülle an. Die Mastigamoeba (Rhizomonas) verrucosa Kent hüllt sich zuweilen, auf einer Unterlage aufliegend, in einen halbkugligen Gallertmantel, aus welchem allein die Geissel hervorragt. Besonders characteristisch werden jedoch derartige Gallerthüllen in der zu den Isomastigoden gehörigen Familie der Spongomonadinen, wo sich durch gleichzeitige Aggregation zahlreicher Individuen zu Gesellschaften oder Kolonien, wobei die Gallerthüllen der Einzelthiere zu einem gemeinsamen Mantel zusammenfliessen, grössere Gallertmassen bilden, welche dicht mit Individuen durchsetzt sind. In der Gattung Spongomonas bilden sich so auf einer Unterlage ruhende scheiben- oder bandförmige Gallertmassen, in welchen die kleinen Einzelthiere dicht unter der Oberfläche, ziemlich gleichmässig vertheilt, eingelagert sind (T. 42, 12 und 13). Jedes Thier liegt in einer engen, von Flüssigkeit erfüllten Höhle. Bei Spongomonas Uvella Kent dagegen sind die Gallerthüllen der Einzelindividuen etwas mehr gesondert,

indem sie sich beerenförmig zusammen gruppiren und nur an der Basis des Stockes zu einem gemeinsamen kurzen Stiel zusammenschmelzen. Eine im allgemeinen ähnliche Gestaltung zeigen auch die grossen Stöcke der Spongomonas Sacculus Kent, welche gewöhnlich frei von der Wasseroberfläche herabhängen (T. 42, 10). Die gesammte Gallertmasse besitzt hier eine etwa beutelförmige Gestalt, sackt sich jedoch im Laufe des Wachsthums in zahlreiche secundäre Beutel aus. Die Stöcke dieser Art erreichen eine Länge von nahezu 15 Mm.

Gewöhnlich scheint die Gallertmasse der Spongomonasstöcke eine ganz gleichmässige zu sein, nur in dem bandförmigen Gallertstock der Spongomonas Intestinum sah Stein (jedoch nur bei abgestorbnen Exemplaren) häufig einen medianen Längskanal (T. 42, 12).

Einen etwas anderen Habitus besitzen die gleichfalls gallertigen Gesellschaftsgehäuse der Gattungen Rhipidodendron (T. 42, 9) und Cladomonas (11), indem hier einmal jedes Individuum keine geschlossene Hülle, sondern eine an ihrem oberen Ende weit geöffnete Gallertröhre erzeugt und diese Röhren der Einzelindividuen grössere Selbständigkeit bewahren. Bei Rhipidodendron geht das prächtige, in einer Ebene fächerförmig sich ausbreitende Gesellschaftsgehäuse in der Weise hervor, dass die an ihrem hinteren Ende aufgewachsene Anfangsröhre sich, bei der fortdauernden Vermehrung der Einzelthiere durch Theilung, fortgesetzt dichotomisch gabelt. Alle Einzelröhren liegen, wie gesagt, in einer Ebene neben einander und verwachsen seitlich zu einem zusammenhängenden Fächer. Indem diese Verwachsung jedoch bei fortdauerndem Wachsthum zeitweilig unterbleibt, spaltet sich der Fächer fortgesetzt in eine Anzahl, je aus einer gewissen Zahl von Röhren bestehender, secundärer Strahlen. Wie bemerkt, liegen die Röhren gewöhnlich einschichtig in einer Ebene neben einander, doch kommt es auch nicht selten durch leicht verständliche Abänderung des Wachsthums zur Bildung von Fächerstrahlen, welche aus zwei Röhrenlagen bestehen.

Das Gesellschaftsgehäuse von Cladomonas (T. 42, 11) unterscheidet sich wesentlich dadurch von dem eben beschriebenen, dass die sich fortgesetzt dichotomisch verästelnden Gallertröhre mit ihren Zweigen nicht zur Bildung eines Fächers zusammentritt, also einen frei verästelten Baum bildet. Eine besondere Eigenthümlichkeit zeigen die Gerüste dieser Form nach Stein zuweilen, indem sich an jeder Verzweigungsstelle der Röhre ein braunes Band bildet, die Gesammtröhre also wie gegliedert erscheint.

Ohne Zweifel besitzen die im allgemeinen gallertigen Gehäuse der letztbeschriebenen beiden Gattungen eine etwas grössere Festigkeit, wie die der Spongomonas, da sie sich frei im Wasser erheben. Kent sucht dies darauf zurückzuführen, dass bei ihnen die innerste Röhrenschicht eine grössere Dichte und Festigkeit erlange.

Wie schon aus der Entwicklungsgeschichte der Röhrengehäuse hervorgeht, müssen die sie erzeugenden Thiere stets die äussersten Röhren-

enden bewohnen, ja sie ragen häufig mit ihren geisseltragenden Vorderenden noch etwas frei über die Röhrenränder hervor.

Noch eine andere Isomastigode aus der Familie der Chrysomonadinae, Syncrypta nämlich (T. 43, 3a), bildet eine Gallerthülle um ihren Kolonialstock, die sich im allgemeinen der von Spongomonas nahe anschliesst. Um die freischwimmende kuglige Kolonie bildet sich eine zusammenhängende, kuglige Gallerthülle aus, welche eine „scharf abgegrenzte, lichtere Höhle umschliesst" (Stein). Wahrscheinlich dürfte darnach hier, wie bei der gleich zu erwähnenden Uroglena der centrale Theil der Gallerte aus weicher, wenn nicht flüssiger Masse bestehen. Bei letzterer, von uns zu den Dinobryina gezogenen Gattung findet sich eine entsprechende, gemeinschaftliche, kuglige Gallertmasse, in welche die sehr zahlreichen Individuen peripherisch, dicht unter der Kugeloberfläche eingelagert sind. Auch hier scheint die Gallertkugel in ihrem centralen Theil eine flüssigere Beschaffenheit zu besitzen, da ich mehrfach lebhaft bewegliche Bacillariaceen in ihr beobachtete.

Eine gemeinsame Eigenthümlichkeit zeigen die Gallerthüllen sämmtlicher beschriebener Flagellaten darin, dass sie niemals homogen, sondern stets von zahlreichen feineren oder gröberen Körnchen dicht durchsetzt sind. Diese Körnchen sind gewöhnlich farblos, seltener braun wie bei Rhipididendron und Spongomonas Sacculus, wo sie dann dem gesammten Gehäuse eine braune bis rothbraune Färbung ertheilen*).

Die Natur der Granulationen glaubt Kent ähnlich beurtheilen zu dürfen, wie die der körnigen Einlagerungen des Anthophysastiels, er erblickt in ihnen nämlich Excretionsprodukte. Dass die Körnchen der Gallerte von den Flagellaten ausgeschieden werden, unterliegt wohl keiner Frage und demgemäss dürfen wir sie auch wohl als Excretionsprodukte gelten lassen. Weniger sicher scheint mir dagegen, ob dieselben, wie Kent für Anthophysa anzunehmen scheint, als unverdaute Nahrungsreste zu betrachten sind. Die, wie es scheint, im allgemeinen ziemlich gleichmässige Beschaffenheit der Granulationen, wie andrerseits die charakteristische Färbung der Körnchen gewisser Formen macht letztere Auffassung im Ganzen wenig wahrscheinlich. Auch die Entwicklung ähnlicher körniger Gallerte während des ruhenden Zustandes gewisser Formen (so Chrysomonas flavicans) scheint unsere Ansicht zu unterstützen, da es wenig wahrscheinlich ist, dass auch im geissellosen, ruhenden Zustand eine fortgesetzte Nahrungsaufnahme statthat.

Zum Beschlusse unsrer Betrachtung der Gallerthüllen müssen wir hier noch kurz der Erscheinung gedenken, dass gewisse Flagellaten vorübergehend unter besonderen Verhältnissen eine meist dünne, dem Körper dicht aufliegende Gallerthülle bilden. Eine solche tritt zuweilen bei der Monas vivipara auf (Bütschli, T. 40, 13a); nach James-Clark bekleidet sich auch die in Theilung eingehende Anthophysa mit einer Gallerthülle. Die genauesten Mittheilungen über eine derartige gelegentliche Einhüllung des Körpers machte neuerdings Klebs, welcher nachwies, dass gewisse Euglenaarten (hauptsächlich E. velata und sanguinea) unter ungünstigen äusseren Verhältnissen sehr rasch eine Schleimschicht abscheiden. Dabei gelang es nun weiter nachzuweisen, dass diese Schleim-

*) Ob durch Eisenoxydhydrat?

schicht ursprünglich keine homogene ist, sondern durch Ausscheidung zahlreicher, anfänglich gesonderter Schleimfäden entsteht. Dieselben wachsen allseitig und dichtgestellt über die Cuticula hervor und scheinen einen röhrigen Bau zu besitzen. Allmählich vereinigen sie sich jedoch mit einander zu einem netzigen Fadenwerk, das schliesslich durch weitere Aufquellung zu einer anscheinend homogenen Schleimhülle wird. Der Ursprung der Schleimfäden lässt sich bis unter die Cuticula verfolgen und mit Sicherheit feststellen, dass es die äusserste Plasmaschicht des Körpers ist, wo die Bildung derselben geschieht. Es sind kleine, stärker tingirbare Körperchen, resp. Partien dieser äussersten Plasmaschicht, von welcher die Schleimfäden ausgehen.

Bei den festsitzenden, koloniebildenden Eugleninen der Gattung Colacium scheint es stets und dauernd zur Bildung einer solchen Gallerthülle zu kommen, während die freibeweglichen Individuen derselben entbehren (T. 47, 16).

e) Häutige Schalen- und Gehäusebildungen. Wie bemerkt, scheint eine scharfe Grenze zwischen den jetzt zu beschreibenden Hüllen und den gallertigen kaum zu existiren. So scheinen einerseits gewisse Dendromonadinen, andrerseits die noch zu besprechende Gehäusebildung der Gattung Codonoeca einen Uebergang zu bilden.

Als Gehäusebildungen dürfen wir zunächst diejenigen hierhergehörigen Schutzhüllen bezeichnen, welche dem eingeschlossenen Weichkörper einen freien Spielraum gewähren und eine weite Oeffnung besitzen, sowie meist auch befestigt sind. Als Schalenbildungen dagegen diejenigen, welche den Körper allseitig und enger umschliessen und meist unbefestigt sind. Natürlich giebt es jedoch keine scharfe Grenze zwischen diesen beiden Kategorien.

Für die hier zu besprechenden Schutzhüllen gilt ganz allgemein, dass sie einen entschieden einaxigen Bau aufweisen, der theils ein ganz drehrunder theils ein zweistrahliger ist.

Beginnen wir unsere Betrachtung mit den Gehäusebildungen, weil diese sich in ihrem Bau den letztbetrachteten Gallertröhren zum Theil näher anschliessen. Derartige Gehäuse sind am verbreitetsten bei den Monadinen, sie bezeichnen hier die Familien der Codonoeciden, Bikoeciden, sowie die Gattungen Epipyxis und Dinobryon der Dinobryoninen. Ganz ähnliche Gehäuse kehren dann wieder unter den Isomastigoda bei den Gattungen Diplomita Kent und Chrysopyxis St. und interessanter Weise auch bei einer Euglenoidine der Gattung Ascoglena St.

Mit Ausnahme der Gattung Dinobryon, welche stets frei schwimmend gefunden wird, gehören alle erwähnten, gehäusebildenden Formen zu den aufgewachsenen und zwar geschieht die Befestigung gewöhnlich durch einen soliden, längeren oder kürzeren Stiel, welcher das eigentliche Gehäuse trägt, selten dagegen (Epipyxis T. 42, 2) durch das stielförmig ausgezogene Hinterende des eigentlichen Gehäuses. Direct auf der Unterlage aufgewachsen sind nur die Gehäuse der etwas

zweifelhaften Gattung Platytheca (T. 40, 8) und der Gattung Chrysopyxis (T. 43, 2). Die Gestalt der Gehäuse bietet im allgemeinen keine sehr erheblichen Variationen dar. Sie schwankt etwa zwischen ballonförmig mit etwas verengter Mündung (Platythea und Chrysopyxis), beutelförmig (Bikosoeca, T. 40, 11), fingerhutförmig mit weiter Mündung (Poteriodendron, Codonoeca, Diplomita, T. 40; 10, 9), bis mehr oder minder gestreckt vasenförmig (Dinobryon, Epipyxis, T. 42, 1—2) und dann gewöhnlich mit schön auswärts geschwungenem Mündungsrand. Als besondere Auszeichnung findet sich selten eine Längsrippung des Mündungstheils (so Codonoeca costata), oder die Bildung zweier stachelartiger Fortsätze am aboralen Ende des ungestielten Gehäuses zur Befestigung an der Unterlage (Chrysopyxis).

Die Substanz der Gehäuse ist fast immer eine ganz homogene, glasartig durchsichtige und auch meist ganz farblos. Bei der Euglenine Ascoglena (T. 47, 19) jedoch ist das Gehäuse feinkörnig und bis auf den weichen farblosen Mündungsrand durch Eisenoxydhydrat braun gefärbt (Klebs). Braun bis umbrafarbig ist auch meist das Gehäuse der Diplomita. Nur selten treffen wir besondere Einrichtungen zur Befestigung der Flagellaten in ihren Gehäusen. Dies ist der Fall bei der Familie der Bikoeciden (T. 40; 10a und 11a) sowie den Gattungen Dinobryon und Epipyxis (T. 41, 10, st und 42; 1—2). Bei diesen Formen ist es ein hinterer fadenartiger, gegen sein Ende zugespitzter Körperfortsatz, welcher die Befestigung im Grunde oder an der Seite des Gehäuses bewerkstelligt. Dieser Faden zeichnet sich weiter durch eine meist recht energische Contractilität aus und vermag daher den Körper zum Schutze mehr oder weniger tief in die Schale hinabzuziehen (T. 40, 11c).

S c h a l e n b i l d u n g e n. Unter diesen schliessen sich zunächst die Schalen gewisser Euglenoidina, nämlich die der gestaltenreichen Gattung T r a c h e l o m o n a s, vermittelnd an die besprochnen Gehäusebildungen an. Diese stets deutlich einaxigen Schalen sind stets mit einer den vorderen Pol auszeichnenden, relativ engen und kreisrunden Mündung versehen, aus welcher die Geissel hervorragt. Der Thierkörper füllt die Schale häufig ganz vollständig aus, häufig jedoch auch nur theilweis, und da er wie der der naheverwandten Euglenen contractil ist, so kann er im letztern Fall seine Lage in der Schale verändern. Die Schalenwand ist stets relativ dick und ihre Substanz gewöhnlich recht starr und spröde, so dass die Schale durch Druck in scharfkantige Bruchstücke zersprengt wird.

Nicht ganz sicher scheint mir entschieden, ob die Trachelomonasschale nur aus einer einheitlichen Substanzlage besteht, oder ob sich z. Th. zwei Schichten unterscheiden lassen. Bei gewisser Einstellung erscheint nämlich bei der gemeinen Trachelomonas volvocina ein ziemlich dicker innerer, roth bis rothbraun gefärbter Saum der Schale, was schon Ehrenberg beobachtete und sich nicht recht zu deuten getraute; da jedoch bei etwas tieferer Einstellung dieser Saum ganz schwindet und die Schale dann ein bläulich glänzendes Aussehen bietet, glaube ich, dass es sich nur um ein optisches Phänomen handelt.

Die Gestalt der Trachelomonasschalen ist etwas variabel und schwankt bei den verschiednen Arten zwischen reiner Kugelform bis zum Ellipsoidischen und Eiförmigen, ja Cylindrischen (T. 47; 20, 21, T. 48; 1, 2). Letztere Schalengebilde erlangen sogar z. Th. einen etwas viereckigen Umriss, indem sich vorn und hinten eine Abplattung einstellt. Bei einigen Formen ist der aborale Schalenpol in ein Schwanzspitzchen ausgezogen, welches eine hohle Verlängerung der Schale zu sein scheint und bei zahlreichen tritt eine Bestachelung der Schalenoberfläche auf. Betrachten wir jedoch zunächst die Beschaffenheit der Schalenmündung etwas genauer, da auch diese eine Reihe von Variationen darbietet. Dieselbe ist entweder eine einfache kreisrunde Oeffnung, deren Rand etwas verdickt ist, so dass er sie wie ein Ringwulst umschliesst (T. 47, 21). Häufig wächst jedoch der Mündungsrand zu einem der Schale aufgesetzten Hälschen aus, das sich mehr oder weniger erhebt und dessen Ende bei gewissen Formen etwas gezackt oder in eine Anzahl deutlicher Zähne ausgezogen sein kann (T. 47, 20). Gewöhnlich ist jedoch sein Mündungsrand einfach glatt abgeschnitten. Die Entwicklung eines solchen Mündungshälschens scheint ziemlich zu variiren, da es bei gewissen Arten bald vorhanden ist, bald fehlt (Stein). Merkwürdig erscheint, dass als Abnormität auch gelegentlich (Tr. volvocina) ein Einwärtswachsen des Mündungsrandes beobachtet wurde, wodurch ein in das Schaleninnere hinabreichendes Mündungsrohr entsteht, eine ähnliche Abweichung, wie wir sie früher bei der Rhizopodengattung Lagena antrafen.

Die Schalenbestachelung findet sich in sehr verschiedenen Ausbildungsgraden. Schon bei Trachelomonas volvocina, welche gewöhnlich ganz glatte Schalen besitzt, tritt zuweilen auf der Schalenoberfläche eine Zeichnung dichtgestellter Punkte hervor, die eine Anordnung besitzen, welche an die Zeichnung der Arcellaschale erinnert. Schon Perty hat jedenfalls derartige Formen beobachtet und zeichnet bei ihnen eine den Punkten entsprechende deutliche Radiärstreifung des optischen Durchschnitts der Schalenwand. Eine solche Bildung beobachtete ich sehr deutlich bei Formen, die nach ihrer allgemeinen Gestalt entschieden als Varietät oder noch etwas unentwickelte Exemplare von Trachelomonas hispida zu betrachten sind (T. 48, 3). Hier trat auf der Schalenoberfläche die Zeichnung dichtstehender Punkte ebenfalls sehr deutlich hervor und zwar ist jeder der Punkte ein feines Knöpfchen, das sich nur wenig über die Schalenoberfläche erhebt. Im optischen Durchschnitt der Schalenwand erkennt man sehr deutlich, dass jedes Knöpfchen als ein etwas dunkleres Säulchen die gesammte Wanddicke durchsetzt, worauf eben die radiärstreifige Beschaffenheit der Schalenwand beruht*).

---

*) Diese Schalenstructur erinnert vielleicht an die Entstehung der Gallerthüllen der verwandten Euglenen aus Schleimfäden, wie sie früher (s. pag. 685) nach Klebs geschildert wurde.

Es scheint nun unzweifelhaft, dass die gleichmässige kurze Bestachelung, welche die Oberfläche der Schale bei den typischen Formen der Trachelomonas hispida gewöhnlich darbietet, aus einem stärkern Auswachsen dieser Knöpfchen hervorgegangen ist. Stein lässt zwar auf seinen Abbildungen die Stacheln direct aus der Schalenoberfläche entspringen.

Noch bei anderen Formen findet sich ein derartig gleichmässiges kurzes Stachelkleid, wogegen bei Tr. armata theils nur ein Kranz ansehnlicher hinterer Stacheln (T. 48, 1), theils auch um die Mündung eine kürzere Bestachelung auftritt.

Eigenthümlicher Weise will Stein bei Tr. hispida um die eigentliche Schale gelegentlich noch einen zarten Gallertbelag gefunden haben, doch scheint es etwas zweifelhaft, ob die Deutung dieser Beobachtung richtig ist. Andrerseits beobachtete er bei dieser Form gelegentlich auch eine zarte Spiralstreifung der innern Schalenfläche. Wie schon Perty bekannt war, ist die neuentstandne Schale der Trachelomonasformen ganz farblos und wie Klebs später fand, auch weich. Erst allmählich tritt ihre Erhärtung und Färbung auf, was beides nach Klebs' Erfahrungen auch hier auf der Imprägnirung mit Eisenoxydhydrat beruht*). Durch Behandlung der Schalen mit Salzsäure kann man ihnen daher sowohl ihre Farbe wie ihre Sprödigkeit entziehen; die rückbleibende Haut erweist sich quellbar und den gewöhnlichen Schleimhüllen der Euglenen ähnlich.

Die Schalenbildungen der Phytomastigoda unter den **Isomastigoda**, zu deren Besprechung wir jetzt übergehen, schliessen sich innigst an die gewöhnlichen Cuticular- oder Zellhautbildungen an und zeigen daher am besten, dass eine scharfe Scheidung zwischen Schale und Cuticula (resp. Zellhaut), die Stein durchzuführen sucht, nicht existirt. So bezeichnet Stein z. B. die Schalenhaut bei Polytoma und Chlamydomonas als Hülse, die derselben in jeder Beziehung entsprechende Hülle bei Chlorogonium und Spondylomorum dagegen als Cuticula. Wenn wir überhaupt eine Berechtigung suchen, die Hülle der Phytomastigoda an dieser Stelle unter den Schalengebilden aufzuführen, so finden wir dieselbe einmal darin, dass sich der Plasmakörper häufig mehr oder minder von der Hülle zurückzieht, oder die letztere sich von ersterem abhebt und dass die Hülle an der Vermehrung durch Theilung gewöhnlich keinen Antheil nimmt, sondern der Weichkörper sich innerhalb der Hülle theilt.

Wie schon aus dem eben Bemerkten hervorgeht, ist die Schalenhaut dieser Formen fast stets eine sehr dünne und daher meist auch nachgiebige, welche im Allgemeinen die Gestalt des weichen Plasmakörpers besitzt, diesen nicht selten dicht umschliesst (wie stets bei Chlorogonium [T. 44, 1] und sehr gewöhnlich bei der Polytoma Uvella), oder sich doch nur stellenweise vom Weichkörper abhebt. Eine solche Zurückziehung des Weichkörpers tritt bei schlecht genährten Individuen der Polytoma Uvella ge-

---

*) Bezüglich der Sprödigkeit scheint mir dies nicht ganz allgemein gültig, da auch Schalen ohne gelblichen Ton dieselbe aufweisen.

wöhnlich ein und erfolgt bald am Hinter- bald am Vorderende (T. 43, 4a—b); im letzteren Fall bleibt der Weichkörper vorn nur an der Durchtrittsstelle der Geisseln an der Hülle haften und zieht sich daher strangförmig aus. Bei Polytoma spicatum Krass. zieht sich der Weichkörper stets aus der hintern schwanzartigen Zuspitzung der Hülle zurück und dasselbe ist auch bei dem ähnlich gestalteten Spondylomorum der Fall (T. 45, 4).

Bei den verschiedenen Arten des Chlamydomonas und ebenso auch bei Carteria hebt sich die Schalenhaut allseitig etwas, jedoch nur wenig von dem Weichkörper ab (T. 43, 6, 8; 45, 2), sei es, dass eine Gallertbildung sich zwischenschiebt, oder Flüssigkeit die Abhebung bewirkt. Ganz entsprechend verhalten sich die Schalenhüllen der Einzelindividuen der Volvocineen: Gonium, Pandorina und Eudorina.

Viel ansehnlicher ist dagegen die Abhebung der Schalenhülle bei Haematococcus, so dass letztere den Plasmakörper hier wie ein weiter, von Flüssigkeit erfüllter Mantel umgibt und der Körper häufig nur durch das etwas schnabelartig ausgezogne Vorderende noch an der Hülle befestigt ist (T. 43, 9). Die Schalenhülle besitzt hier entweder noch dieselbe Gestaltung wie der Weichkörper oder nimmt bei der Abhebung eine abweichende viereckige bis herzförmige Gestalt an (Haem. alatus St.). Aehnlich wie bei Haematococcus scheint mir auch das Verhalten der Schalenhüllen der Einzelindividuen der Volvoxkolonien zu sein (T. 44, 10b—c). Auch diese haben sich von den sie erzeugenden Plasmakörpern weit abgehoben, sich jedoch bei der dichten, flächenhaften Zusammenlagerung der Individuen gegenseitig zu hexagonaler Form gepresst (10 b). Ferner ist jedenfalls eine Verschmelzung der sich berührenden Hüllen der Individuen zu einer einfachen Haut eingetreten.

Etwas abweichend von dieser Darstellung der Schalenhüllen der Volvoxzellen lautet die, welche gewöhnlich die Botaniker, so speciell Cohn, von denselben geben. Hiernach ist jede Volvoxzelle von einer dicken Gallerthülle umschlossen, die sich peripherisch hautartig verdichtet und nach innen „weich, fast flüssig“ wird. Mir scheint die erstbesprochne Auffassung im Allgemeinen wahrscheinlicher zu sein; sie ist die Stein's. Immerhin scheint die sichere Feststellung dieser Verhältnisse noch genauerer, namentlich durch Färbungsmittel unterstützter Versuche zu bedürfen. Hierzu gesellt sich noch ein weiterer zweifelhafter Punkt Stein scheint nämlich den einzelnen Volvoxzellen ausser der beschriebenen weitabstehenden Schalenhülle noch eine zweite, dem eigentlichen Zellkörper dichtaufliegende Hülle oder Cuticula zuzuschreiben, die sich mit einer flaschenhalsförmig ausgezognen, die Basen der beiden Geisseln umschliessenden Verlängerung an die peripherische Wand der äusseren Schalenhülle befestige und hier sollen dann die beiden Geisseln austreten. Schon Busk behauptete seiner Zeit die Existenz einer solchen besondern Hüllhaut der Zellen, ohne jedoch ganz sicher über diesen „quasi cell wall“ zu sein, wie er sie auch nannte. Mir scheint das Vorhandensein einer derartigen zweiten Hülle sehr unwahrscheinlich, da hiermit das Verhalten der später zu besprechenden plasmatischen Verbindungsfäden der Volvoxzellen nicht harmonirt. Es wird jedoch später im Kapitel über die Flagellatenkolonien auf diese Verhältnisse bei Volvox nochmals zurückzukommen sein.

Wie früher erwähnt, sind die bis jetzt beschriebenen Schalenhüllen der Phytomastigoda allseitig geschlossen, ohne besondere Mündung. Nur zum Durchtritt der beiden (resp. vier) Geisseln existiren zwei (oder vier?) ganz feine Poren, welche gewöhnlich sehr dicht zusammen, seltner etwas

weiter von einander abstehen. Eine besondere Ausbildung dieser Geisselporen weist nur die Gattung Haematococcus auf, indem hier, wie zuerst Cohn zeigte, die Poren ins Schaleninnere hinein zu zwei sehr zarten Röhrchen auswachsen können (T. 43, 9 b).

Einige mit den bisher besprochenen nahe verwandte Formen besitzen etwas abweichende Schalenhüllen, die noch zu betrachten sind. So finden wir zunächst bei der Gattung Hymenomonas (T. 44, 5) eine dem Körper dicht aufliegende, weiche und feingekerbte, ziemlich dicke Hülle, welche sich vielleicht der früher bei der nahe verwandten Gattung Synura beschriebenen Cuticula zunächst anschliesst.

Einen ganz besonderen Bau besitzt die feste und relativ dicke Schale der Gattung Phacotus. Dieselbe ist bei Ph. lenticularis (T. 44, 3) regulär linsenförmig und wird von dem Plasmakörper fast stets nur theilweise erfüllt. Das Bemerkenswertheste ist ihre Zusammensetzung aus zwei Klappen, die im Aequator der Linse zusammengefügt sind. Der Rand jeder Klappe ist etwas wulstförmig verdickt, wodurch ein äquatorialer Wulst um die Linsenschale erzeugt wird. Bei der Fortpflanzung oder auch nach dem Absterben des Phacotus löst sich der Zusammenhang beider Klappen und dieselben fallen auseinander. Stein gibt bei den von ihm beobachteten Exemplaren eine im Aequator gelegene feine Oeffnung zum Durchtritt der beiden Geisseln an, während ich die beiden Geisseln nicht gemeinsam durch eine besondre Oeffnung, sondern ziemlich weit von einander austreten sah, indem sie ohne Zweifel zwischen den beiden Klappen hervortraten. Die Oberfläche der Schalenklappe weist eine besondre Zeichnung auf, welche Stein als körnig-schuppige Sculptur beschreibt, während ich eine Zeichnung sich kreuzender Kreise ähnlich wie auf der Arcellaschale beobachtete.

Nahe verwandt mit der Gattung Phacotus (wenn nicht zu ihr gehörig) ist eine von Carter (106) unter dem Namen Cryptoglena angulosa beschriebene Form (T. 44, 4), deren sehr abgeplattete Schale gleichfalls bei der Fortpflanzung in zwei Klappen zerfällt. Die Gestalt der Schale und ihrer Klappen ist jedoch nahezu herzförmig und in dem herzförmigen Ausschnitt erhebt sich, wohl durch beide Klappen gebildet, ein kurzer Fortsatz, welcher zum Durchtritt der beiden Geisseln dient. In der Profilansicht erscheint die Schale eigenthümlich Sförmig gebogen und zeigt sich, dass jede der Klappen noch mit zwei vorspringenden Querreifen ausgerüstet ist. — Hier scheint sich schliesslich auch die Gattung Coccomonas Stein's anzureihen, deren kuglige bis ovale, ziemlich dicke und spröde Schale im Allgemeinen den Schalenbildungen von Trachelomonas sehr gleicht, und auch wie diese vorn eine deutliche runde Oeffnung zum Geisseldurchtritt besitzt. Von der des Phacotus unterscheidet sich diese Schale durch ihre gelbe bis braune Färbung. Bei der Fortpflanzung zerspringt sie jedoch gleichfalls in zwei Hälften, welche aber, wie ihre zerrissnen Ränder beweisen, hier nicht als zwei Klappen präformirt waren.

Die interessante zweiklappige Zusammensetzung der Schale von Phacotus erinnert einerseits an die zweiklappigen Sporen der Myxosporidien, andrerseits an die Schalenverhältnisse der Bacillariaceen.

Was wir durch Stein über die Entstehungsgeschichte der Schale des Phacotus lenticularis erfahren haben, ist sehr interessant. Dieselbe tritt nämlich nicht in Gestalt eines zusammenhängenden Häutchens auf, sondern erscheint aus kleinen blassen Kügelchen zusammengesetzt, welche sich erst später zur zusammenhängenden Schale vereinigen müssen. Diese Entstehung der Phacotusschale ist um so interessanter, als sie eine gewisse Uebereinstimmung mit der früher (p. 685) geschilderten Entstehung der Schleimhülle gewisser Euglenen aus ursprünglich gesonderten Schleimfäden aufweist.

Die chemische Natur des Stoffes, aus welchem die Gehäuse und Schalenbildungen der Flagellaten bestehen, ist bis jetzt meist unbekannt. Dies gilt ganz allgemein für die Gehäuse und Stielbildungen, wir wissen nur, dass sie jedenfalls wesentlich aus einer organischen Substanz bestehen. Bei wenigen Schalengebilden ist Genaueres über diesen Punkt ermittelt worden. So ist es schon verhältnissmässig lange bekannt, dass die Schalenhüllen von Chlamydomonas und Haematococcus die Reactionen der Cellulose zeigen; bei ersterer Form bewies dies zuerst Caspary für die letztere dagegen Cohn 1854.

Bei den nahe verwandten Volvocinen scheinen dagegen die Hüllen keine sichere Cellulosereaction zu zeigen; nur bei Eudorina glaubte Carter (1858) die Cellulosenatur der Hüllen mit einiger Sicherheit nachgewiesen zu haben. Bei Gonium dagegen gelang dies Cohn nicht und auch Goroshankin konnte die Cellulosereaction bei den Volvocineen nicht erhalten. Ebensowenig gelang sie Cohn bei der mit Chlamydomonas so nahe verwandten Polytoma, was auch Schneider bestätigte.

Aus welchem Material die gewöhnlich so spröde und dicke Schalenhülle der Gattungen Trachelomonas und Phacotus besteht, ist noch nicht festgestellt. Sicher scheint nach dem schon früher Bemerkten nur, dass Ehrenberg und eine Anzahl weiterer Forscher sich irrten, wenn sie dem Trachelomonas eine kieselige Schale zuschrieben. Bei Trach. volvocina löst sich die Schale in concentrirter Schwefelsäure sofort auf, ja bei Tr. hispida schwindet oder verquillt sie schon in concentrirter Essigsäure vollständig.

Bei vielen Phytomastigoden zeigt die zarte Schalenhülle überhaupt eine sehr leichte Vergänglichkeit, d. h. sie löst sich unter gewissen Umständen von selbst im umgebenden Wasser auf oder verschleimt, wie die Botaniker sich ausdrücken. So vollzieht sich eine derartige Auflösung der Schale sehr rasch bei den Gattungen Polytoma und Chlorogonium nach geschehener Vermehrung des Weichkörpers, um die entstandne Brut zu befreien, und der gleiche Vorgang tritt überhaupt bei der Vermehrung der Phytomastigoden häufig auf, wie wir später noch sehen

werden. Bei Chlorogonium will Stein auch zuweilen eine Auflösung der Schalenhülle beobachtet haben, nachdem zunächst eine neue Hülle zur Ausbildung gelangte. Dieser Vorgang wäre daher als eine Art Häutung zu bezeichnen.

E. Einrichtungen zur Aufnahme fester Nahrung und zur Ausscheidung der Nahrungsreste.

Wenn wir die grosse Reihe der Flagellaten überschauen, so finden wir eine allmähliche Vervollkommnung der Einrichtungen zur Nahrungsaufnahme, welche sich bis zu einer Stufe der Ausbildung erheben, die hinter der der Ciliaten nicht wesentlich zurückbleibt.

a) Nahrungsaufnahme ohne wirklichen Mund und Schlund. Die Reihe beginnt mit solchen Formen wie die Rhizomastigoda, welche sich der Nahrung in amöben- oder heliozoënartiger Weise bemächtigen. Doch sind unsere Erfahrungen über diese Formen noch zu gering, um zu entscheiden, ob nicht z. Th. bei ihnen schon eine gewisse Localisation der Nahrungsaufnahme stattgefunden hat, so z. B. eine Stelle an der Geisselbasis hierzu besonders geschickt sei. Wir wissen ja, dass bei den höheren Ausbildungszuständen die Mundstelle fast stets an der Geisselbasis ihre Lage hat. Durch die Beobachtungen Kent's ist bekannt, dass sich gewisse Rhizomastigoden (so die sogen. Mastigamoeba simplex und die Gattung Actinomonas) ihrer Geissel bei der Nahrungsaufnahme bedienen, indem sie kleine Nahrungskörper mit derselben rückwärts gegen die Körperoberfläche schleudern, wo sie dann an beliebiger Stelle durch die Pseudopodien aufgenommen werden. Wir haben ferner schon früher erfahren, dass gewisse Flagellaten vorübergehend oder für längere Zeit die Gestalt nackter Sarkodinen annehmen können, wobei sie die Geisseln beibehalten oder verlieren können. Auch solche Formen sind in diesem Zustand natürlich meist befähigt, ihre Nahrung in sarkodinenartiger Weise aufzunehmen. Namentlich die Untersuchungen Cienkowsky's haben uns einige sehr interessante hierhergehörige Fälle kennen gelehrt. Der eigenthümlichste findet sich ohne Zweifel bei dem Bodo angustatus Dj. sp. (Cienkowsky's Monas amyli). — Diese zweigeisselige Form, welche Cienkowsky hauptsächlich in den Zellen faulender Kartoffeln antraf (die sich jedoch auch häufig frei im Wasser beobachten lässt), geht leicht in einen sarkodinenartigen Zustand über, der mit einer Anzahl langer fadenförmiger, sehr feiner Pseudopodien ausgerüstet ist (T. 46, 6d—e). Ob die Geisseln bei dieser Verwandlung stets schwinden, scheint aus gleich zu erwähnenden Gründen fraglich. In diesem Zustand frisst nun der Organismus und zwar in dem beobachteten Fall die ansehnlichen Stärkekörner der Kartoffelzelle. Er schmiegt sich an ein Stärkekorn (selten gleichzeitig mehrere) an und umfliesst dasselbe allmählich mit seinem Plasmaleib völlig (T. 46, f—h). Natürlich muss sich hierbei der Plasmakörper über das ihn an Grösse meist weit übertreffende Stärkekorn zu einer so zarten Schicht ausbreiten, dass dieselbe kaum sichtbar zu machen ist.

Andrerseits kann sich jedoch auch ein unveränderter Bodo einem Stärkekorn anlegen und dasselbe in entsprechender Weise umfliessen. Man sieht daher häufig an den umflossnen Stärkekörnern noch eine oder zwei, zuweilen sogar mehr thätige Geisseln entspringen und die Stärkekörner umherbewegen. Aus diesem Grund halte ich für wahrscheinlich, dass häufig auch im sarkodinenartigen Zustand die Geisseln noch existiren. Das gleichzeitige Vorkommen mehrerer Geisseln an einem umflossnen Stärkekorn erklärt sich ungezwungen theils dadurch, dass gleichzeitig mehrere Bodonen ein Korn umfliessen, theils durch das von Cienkowsky constatirte, häufige Zusammenfliessen mehrerer Individuen im sarkodinenartigen Zustand. Die Betrachtung des weitern Verhaltens unserer Form nach der Nahrungsaufnahme gehört ins Gebiet der Fortpflanzung und wird daher erst später geschehen.

Als weiteres hierhergehöriges Beispiel kennen wir durch die Untersuchungen Cienkowsky's noch die zu den Isomastigoden gehörige sogen. Pseudospora Volvocis, welche in sarkodinenartigem Zustand in Volvoxkolonien eindringt und deren Zellen oder ganze junge Kolonien frisst. Die sogenannten Pseudospora parasitica (eine eingeisselige, in die Nähe von Oikomonas gehörige Form), dringt in faulende Spyrogyrazellen ein und frisst in Amöbengestalt das Chlorophyll der Spyrogyrazellen auf.

Bei zahlreichen Monadinen finden wir eine Localisirung der Nahrungsaufnahme auf eine bestimmte Mundstelle, welche fast stets an der Geisselbasis gelegen ist.

Wenn wir auch an dieser Thatsache, welche durch zahlreiche Beobachter, seit Claparède und Lachmann, festgestellt wurde, nicht zu zweifeln berechtigt sind, so lässt sich andrerseits nicht in Abrede stellen, dass gewisse hierhergehörige Formen, bei welchen der gelegentliche Uebergang in einen sarkodinenartigen Zustand beobachtet wurde, während dieses ihre Nahrung auch an andern Körperstellen aufzunehmen vermögen.

Eine besondre Mundöffnung jedoch, welche ins Innre des Plasmakörpers führt, scheint bei diesen Formen durchaus noch nicht zu existiren, sondern die Nahrungsaufnahme geschieht bei den am genauest bekannten hierhergehörigen Beispielen in einer sehr seltsamen, zuerst von Cienkowsky festgestellten Weise. Am besten wurde dieser Vorgang bei der Gattung Monas durch den eben erwähnten Forscher (134) beobachtet, später studirte Bütschli (171) diesen Vorgang bei derselben Gattung und bei Oikomonas. Bei Monas sieht man von Zeit zu Zeit dicht neben der Basis der Geisseln und zwar da, wo die schiefe sogen. Mundleiste hinweist, einen sehr hellen, abgerundeten Fortsatz über die Körperoberfläche vorspringen, der zuweilen eine nicht unansehnliche Länge erreichen kann (T. 40, 12b). Gleichzeitig schleudert die ansehnliche Hauptgeissel fortwährend kleine Körper der verschiedensten Art, welche in ihren Bereich gelangen, rückwärts diesem Fortsatz zu. Zahlreiche dieser Körperchen, welche dem Thier nicht zu conveniren scheinen, werden an dem Fortsatz vorbei geschleudert, plötzlich dagegen sieht man, wie ein passender Nahrungskörper auf denselben aufstösst und momentan in ihn

aufgenommen wird. Er liegt dann deutlichst in einer meist ansehnlichen Nahrungsvacuole in demselben eingebettet. Nach kurzer Zeit sieht man die Vacuole sammt dem eingeschlossnen Nahrungskörper sich in Bewegung setzen und an dem Seitenrand langsam hinabgleiten, bis sie schliesslich, gegen das Hinterende gelangt, allmählich in das centrale Plasma der Monas tritt und sich zu den schon vorhandnen Nahrungsvacuolen gesellt. Aus dem geschilderten Verhalten des Fortsatzes bei der Nahrungsaufnahme scheint mir sicher hervorzugehen, dass Cienkowsky recht hat, wenn er ihn als eine von einer sehr dünnen Plasmaschicht umschlossne Vacuole betrachtet, in welche sich der Nahrungskörper hineinsenkt und die über ihm sofort wieder geschlossen wird. Die Richtigkeit dieser Auffassung ergibt sich ferner wohl sicher daraus, dass ich häufig eine solche Mundvacuole, wie wir sie nennen wollen, sich erheben sah, die, ohne Nahrung aufgenommen zu haben, nach hinten abgeführt und zu einer gewöhnlichen Plasmavacuole wurde. Häufig scheint es jedoch auch vorzukommen, dass die Mundvacuole sich erst in dem Moment bildet, wo der aufzunehmende Nahrungskörper die Mundstelle berührt. Auch richtet sich die Grösse der Vacuole nach der Grösse des aufzunehmenden Nahrungskörpers; ist dieser sehr ansehnlich, z. B. ein langes Spirillum oder gar eine kleine Bacillariacee, so sieht man die Vacuole sich über die gesammte Seitenfläche der Monas ausdehnen, um die Umfliessung bewerkstelligen zu können (T. 40, 12a).

Ganz in derselben Weise geschieht nun die Nahrungsaufnahme auch bei der Oikomonas termo nach Bütschli's Untersuchungen und zwar entsteht hier die Mundvacuole stets in dem etwas lippenförmig vorspringenden Fortsatz neben der Geisselbasis (T. 40, 2b—d).

Wie die Schilderung zeigt, ist keine Berechtigung vorhanden, unsern Formen eine bestimmte Mundöffnung zuzuschreiben, wie dies z. B. James-Clark noch that, aber eine bestimmte Mundstelle ist jedenfalls vorhanden.

Nach den Beobachtungen Stein's und Anderer scheint es ziemlich sicher, dass die gleiche Art der Nahrungsaufnahme bei den Monadinen und kleinen Formen anderer Abtheilungen noch weiter verbreitet ist. Bei Cercomonas crassicauda, und Bodo ovatus bildet Stein eine bläschenförmige Mundstelle an der Geisselbasis ab und Kent gibt an, dass bei der ersteren Form die Nahrung durch eine an der Geisselbasis hervorquellende Plasmamasse aufgenommen werde.

Für sehr wahrscheinlich halte ich es, dass auch bei den mit Monas nahe verwandten Dendromonadinen die Nahrungsaufnahme wesentlich in derselben Weise geschieht. Dass dieselbe hier gleichfalls an der Basis der Geisseln stattfindet, beobachtete schon James-Clark und Stein bestätigte

*) Wir heben unsere Uebereinstimmung mit Cienkowsky's Auffassung der nahrungsaufnehmenden Vacuole dieser und verwandter Formen besonders hervor, da Kent die Vacuole nicht als solche gelten lässt, sondern einfach als hervorgedrungnes Plasma auffasst; daher wird es denn auch wohl möglich, dass bei einigen weiteren Formen, denen Kent eine entsprechende Nahrungsaufnahme zuschreibt, sich gleichfalls eine Mundvacuole findet.

dies. Die Mundstelle liegt hier auf der dem zungenförmigen Fortsatz des vorderen Körperendes entgegengesetzten Seite. Eine vorgebildete Mundvacuole scheint sich nicht zu finden; da jedoch die Nahrung gleichfalls von Vacuolen umschlossen wird, so glaube ich, dass dieselben sich auch hier im Moment der Nahrungsaufnahme bilden. Nach Stein's Abbildungen (s. T. 41, 5g) scheint es, dass sich der vordere Körperrand bei der Aufnahme grösserer Nahrungskörper stark ausbreitet, womit auch die Angabe Clark's übereinstimmt, dass Anthophysa einen sehr erweiterungsfähigen Mund besitze. Hierauf würde denn nach Stein (bei Anthophysa) der Nahrungskörper ins Körperplasma gedrängt werden, indem sich der vordere Körperrand über ihm zusammenlegt. Nach Clark dagegen soll die grosse Hauptgeissel die Nahrung in die Mundöffnung hinabdrücken, die kleine Nebengeissel dagegen sie herbeistrudeln.

Bei der Familie der Bicoecida liegt die Mundstelle in ähnlicher Weise zwischen der Geisselbasis und dem zungenförmigen sogen. Peristomfortsatz. Eine eigentliche Mundöffnung findet sich hier sicher nicht und ich beobachtete bei Bicosoeca die Nahrungsaufnahme mit Hülfe einer sich an dieser Stelle bildenden Mundvacuole, ähnlich wie seither beschrieben.

Da wir im Allgemeinen von der Nahrungsaufnahme der Isomastigoda sehr wenig wissen, so verdient jedenfalls an dieser Stelle noch besonders hervorgehoben zu werden, dass nach Carter's Angaben (117) die wahrscheinlich viergeisselige Collodictyon in amöboider Weise ihre z. Th. sehr ansehnlichen Nahrungskörper aufnehmen soll*). Wenn wir es auch nicht für wahrscheinlich halten, dass diese Form sich ihrer Nahrung wie eine wahre Amöbe bemächtige, so scheint aus diesen Mittheilungen doch hervorzugehen, dass sie sich in ihrer Nahrungsaufnahme den seither besprochnen Flagellaten nahe anschliesst. Hiermit stimmt denn weiter überein, dass auch Stein bei seinem Tetramitus sulcatus, welcher wahrscheinlich zu der Gattung Collodictyon gehört, keine besondere Mundeinrichtung beschreibt, obgleich er reichlich Nahrung aufnimmt.

Bei einer Reihe weiterer einfacher Flagellatenformen scheint die Vervollkommnung der Einrichtungen zur Nahrungsaufnahme schon etwas weiter gediehen zu sein, wenn wir die Stein'schen Angaben, welche ja bis jetzt nur sehr unvollständig vorliegen, richtig verstehen. Nach Stein ist nämlich bei gewissen Formen die Mundstelle zu einem in den Körper etwas eindringenden Ausschnitt geworden, wodurch eine Andeutung der Schlundbildung gegeben scheint, wie sie sich bei grösseren Formen entwickelter vorfindet. Bei Bodo saltans zeichnet Stein die Mundöffnung als einen Ausschnitt zwischen den Basen der beiden Geisseln, der bald geöffnet, bald geschlossen erscheint; bei dem Bodo caudatus (T. 46, 4a) eine an gleicher Stelle gelegne kleine Mundöffnung, die sich als ein feines Röhrchen

*) Das Collodictyon frisst nach Carter gelegentlich so lange Bruchstücke von Oscillarienfäden, dass dieselben vorn und hinten über den Körper hinausragen, wie ähnliches allerdings gewöhnlich nur bei wirklichen Amöben beobachtet wurde.

(Schlund) ein Stück weit ins Innere des Körpers verfolgen lässt. Mittels dieser Mundöffnung vermag der Bodo caudatus ansehnliche Nahrungskörper aufzunehmen, die wie es scheint nicht in Nahrungsvacuolen eingeschlossen werden, weshalb ihre Aufnahme wahrscheinlich auch ohne Vacuolenbildung stattfindet. Sehr seltsam ist, dass diese Form sich jedoch auch ihrer Mundöffnung in sehr abweichender Weise zur Aussaugung andrer Protozoën (Chlamydomonas und sogar Ciliaten) bedienen kann, wie zuerst Cienkowsky (seine sogen. Colpodella pugnax) und später wieder Stein beobachtete. Man sieht dann, wie ein oder mehrere dieser Bodonen sich mit ihren etwas spitz ausgezogenen Mundstellen an das auszusaugende Wesen festsetzen, wobei zugleich in die Schalenhülle des Chlamydomonas, wenn es sich um einen solchen handelt, ein feines Loch gebohrt oder durch Auflösung erzeugt wird. Hierauf wird die Körpersubstanz des Opfers allmählich in den Leib des Bodo herübergesogen.

Einen feinen Ausschnitt an der Basis der vordern Geissel deutet Stein auch bei Trichomonas als Mundöffnung, eigne Untersuchungen konnten dies jedoch nicht bestätigen.

Bevor wir zur Besprechung der höherentwickelten Einrichtungen zur Nahrungsaufnahme bei den Euglenoïdina und Heteromastigoda übergehen, müssen wir noch einige Worte über die Vorstellungen Kent's hinsichtlich der Nahrungsaufnahme der seither besprochnen einfacheren Formen zufügen. Kent sucht darzulegen, dass bei denselben überhaupt keine bestimmte Mundstelle vorhanden sei, sondern die Nahrung an ganz beliebigen Stellen der Körperoberfläche aufgenommen werden könne. Diese Eigenthümlichkeit scheint ihm so wichtig, dass er hierauf eine besondre grosse systematische Gruppe, seine Flagellata-Pantostomata gründet. Schon 1871 (138) hat er gegen James-Clark diese Ansicht für Oikomonas und Anthophysa zu vertheidigen gesucht. Was nun diese Gruppe der Flagellata-Pantostomata betrifft, so besteht sie zu einem grossen Theil aus Formen, über deren Nahrungsaufnahme nichts oder doch nichts Sicheres bekannt ist; ja es finden sich darunter sogar solche, wie die sogen. Ophidomonas, Polytoma und Carteria (Tetraselmis), die sicherlich niemals feste Nahrung aufnehmen.

Genauere, von Abbildungen begleitete Angaben über den Vorgang der Nahrungsaufnahme erhalten wir jedoch von Kent nur für wenige Formen seiner pantostomen Flagellaten, fast sämmtliche den Gattungen angehörig, deren Nahrungsaufnahme wir schon oben genauer besprochen haben: so Oikomonas, Monas (einschliesslich der sogen. Physomonas Kent's), Dendromonas (sogen. Cladonema Kent's) und Amphimonas. Seine Abbildungen zeigen nicht die Nahrungsaufnahme an beliebigen Stellen der Körperoberfläche, sondern nur, dass die Nahrungsvacuole mit eingeschlossener Nahrung an sehr verschiedenen Stellen der Körperseiten beobachtet wurde. Dagegen fehlt, wie bemerkt, der Nachweis, dass auch die Aufnahme der Nahrung selbst an der betreffenden Stelle geschehen sei. Alle die zum Beweis vorgebrachten Abbildungen lassen sich auch leicht auf Grund der von uns geschilderten Nahrungsaufnahme an der Geisselbasis erklären, wenn wir uns erinnern, dass die Mundvacuole, nachdem sie die Nahrung umschlossen hat, allmählich an der Seite des Körpers nach hinten rückt und so leicht den irrigen Anschein erwecken kann, als sei die Nahrung auch da aufgenommen worden, wo gerade die Vacuole zur Zeit der Beobachtung bemerkt wurde. Etwas grösseres Bedenken kann die Angabe Kent's erregen, dass er bei Monas vivipara die Nahrungsaufnahme an sich gerade gegenüberstehenden Körperstellen beobachtet habe, da selbst, wenn wir annehmen, dass es sich hier nur um vorspringende, nach hinten gerückte Nahrungsvacuolen gehandelt hat, deren Auftreten an gegenüberliegenden Körperstellen mit unsrer Auffassung nicht recht harmonirt. Jedenfalls scheint mir jedoch aus dieser Besprechung der Kent'schen Angaben hervorzugehen, dass sie nicht im Stande sind, die behauptete allseitige Aufnahme der Nahrung bei den sogen. pantostomen Flagellaten zu erweisen und dass daher auch die gesammte Gruppe nicht als eine

natürliche zu betrachten ist. In ähnlichem Sinne hat sich auch schon Balbiani (201) neuerdings ausgesprochen. Immerhin ist der Process der Nahrungsaufnahme mit Hilfe der Mundvacuole ein so einfacher, dass sich von vorn herein nicht leugnen lässt, dass bei gewissen Formen gelegentlich eine solche Nahrungsaufnahme auch an anderen Körperstellen auftreten könne, jedoch scheinen, wie bemerkt, die übereinstimmenden Angaben der übrigen Forscher, Clark, Cienkowsky, Stein und Bütschli, sicher darauf hinzuweisen, dass sich die gewöhnliche Stelle für die Nahrungsaufnahme an der Geisselbasis findet. Nur Cienkowsky theilte in früherer Zeit (124) mit, dass er bei zwei kleinen Flagellaten die Nahrungsaufnahme mittels Mundvacuole am Hinterende beobachtet hat. Die eine derselben scheint sich Oikomonas nahe anzuschliessen, die andere, als Bodo bezeichnete, ist eine zweifelhafte Form (vielleicht eher eine Cercomonas). Doch auch diese sehr knappe Mittheilung des genauen russischen Beobachters scheint mir etwas unsicher, da auch sie nicht stricte den Beweis führt, dass die am Hinterende, in einer vorspringenden Vacuole beobachtete Nahrung wirklich an dieser Stelle aufgenommen wurde.

b) Echte Mund- und Schlundbildungen der Euglenoidina und Heteromastigoda. Wie schon bemerkt, erblicken wir in den jetzt zu besprechenden Einrichtungen der grössern Flagellaten Weiterbildungen der Mundstelle der seither besprochnen. Dies ergiebt sich auch schon aus der Lage des Mundes, welche sich stets dicht bei der Geisselbasis findet. Im Allgemeinen müssen wir uns die Entstehung eines solchen Mundes und Schlundes in der Weise vorstellen, dass sich die ursprünglich an der Körperoberfläche gelegene Mundstelle tiefer ins Innere des Plasmakörpers einsenkte, wodurch ein trichter- bis röhrenförmiger sogen. Schlund entstand, dessen äussere Eingangsöffnung nun gewöhnlich als Mundöffnung bezeichnet wird. Da dieser Schlund durch Einsenkung des oberflächlichen Körperplasmas entstand, so ist er auch wie dieses von einer dichteren Hautschicht ausgekleidet, respective setzt sich die Cuticula in den Schlund fort. Zuweilen ist auch die Hautschicht des Plasmas, welche den Schlund auskleidet, in besonderer Weise differenzirt.

Betrachten wir uns zuerst die Verhältnisse bei den Euglenoidina. Die Mundöffnung liegt bei den hieher gehörigen Familien der Petalomonadina, Astasiina und Peranemina stets direct an, respective mehr um die Geisselbasis, so dass schon durch ihre Lage gewöhnlich eine Bauchseite angedeutet wird. Bei den abgeplatteten Formen ist denn auch die Oeffnung auf die beim Hingleiten untere und flache Bauchseite gerückt. Diejenige Form, welche eine solche Gestaltung am deutlichsten darbietet, die Gattung Petalomonas (T. 47, 2), zeigt gleichzeitig auch ziemlich die einfachsten Verhältnisse des Mundapparates, so dass nach meiner Auffassung hier von einem Schlund eigentlich nicht die Rede sein kann. Ich finde bei der häufigen P. abscyssa Dj. am Vorderende der abgeflachten Bauchseite eine etwas schiefdreieckige, hellere, sehr flache Einsenkung, an deren hinterer Spitze die Geissel ihren Ursprung nimmt. Diese helle Einsenkung muss als die hier sehr wenig deutliche Mundstelle betrachtet werden, die sich noch nicht zu einem Schlund vertieft hat. Die Nahrungsaufnahme geht so vor sich, dass kleine Nahrungskörper (Bacterien und kleine Körnchen unbestimmter Natur) — und nur solche scheinen unsere Formen aufzunehmen — durch die Geissel zu der Mundstelle geschleudert werden, wo sie sich anhäufen und schliesslich eindringen, ja zuweilen sieht man sogar

kleine Körnchen so heftig gegen den Mund geschleudert werden, dass sie, sofort eindringend, in gerader Richtung durch den gesammten Plasmaleib bis ins Hinterende der Petalomonas fahren. Eigenthümlich zuckende Bewegungen, welche das Plasma hinter der Mundstelle häufig macht, scheinen die Aufnahme der Nahrung zu unterstützen. — Stein schildert den Mund der Petalomonas etwas anders, er zeichnet zwar auch die Mundstelle, wie ich, lässt jedoch die Geissel am vorderen Körperrand entspringen und bildet eine kurze, schief nach rechts in das Körperplasma sich einsenkende Schlundröhre in Verbindung mit der Mundöffnung ab. Ganz die gleiche Mund- und Schlundbildung besitzt nach ihm auch Zygoselmis nebulosa Dj. (T. 48, 8); hier setzt sich die deutlich spaltartige, etwa ovale Mundöffnung in einen schief nach rechts herabsteigenden, kurzen dünnwandigen Schlund fort, der sammt dem Mund eine beträchtliche Erweiterungsfähigkeit besitzen muss, da diese Flagellate sehr grosse Nahrungskörper (Bacillariaceen etc.) verschlingt.

In dieselbe Kategorie der Mundbildungen gehört wohl auch die relativ sehr frühzeitig, schon von Carter, Claparède, James-Clark etc. erkannte Einrichtung der Gattung Peranema. Hier ist die Mundöffnung ein von zwei etwas gebogenen zarten Linien begrenzter Spalt, der auf der Bauchseite von der Geisselbasis eine kurze Strecke weit nach hinten zieht. An diese bei der Nahrungsaufnahme sich stark erweiternde Mundspalte schliesst sich jedoch eine scharf abgeschnitten beginnende, enge gerade Schlundröhre an, die in ziemlich medianem oder etwas schiefem Verlauf bis etwa zum Beginn des zweiten Körperdrittheils herablaufen kann. Die Schlundwandung erscheint hier ziemlich verdichtet und dunkel und beginnt an der Mundspalte wie scharf abgeschnitten mit einer deutlichen kleinen kreisrunden Oeffnung, um sich gegen das Hinterende allmählich zu verdünnen und ohne scharfe Grenze aufzuhören.

Peranema nimmt recht ansehnliche Nahrungskörper auf, wobei man das Vorderende zwischen Geisselbasis und bis über die kreisrunde Schlundöffnung hinaus sich trichterförmig erweitern sieht, und diese Erweiterung scheint sich dann direct in den röhrenförmigen Schlund fortzusetzen.

Etwas anders beurtheilt Klebs neuerdings die eben geschilderte Einrichtung, er hält den Schlund nicht für eine Röhre, sondern für zwei der Cuticula der Bauchseite anliegende Stäbe, die vorn in einander übergingen. Bei der Nahrungsaufnahme soll dieser Stabapparat behend hin und hergestossen werden*) und dabei die gewöhnlich zur Nahrung dienenden Euglenen, in welche sich die Peranema hineinbohrt, gewissermassen zerreissen, worauf ihre Theile in die erweiterte Mundspalte hineingleiten.

Wir besprechen hier weiter die Gattung Urceolus, die uns Einrichtungen bietet, welche wohl die für Peranema entwickelte Deutung zu unterstützen vermögen; denken wir uns nämlich die trichterförmig erweiterte Mundspalte, welche letztere Gattung bei der Nahrungsaufnahme

*) Auch Stein schreibt dem Schlund der Peranema eine gewisse Beweglichkeit zu.

zeigt, zu einer constanten Einrichtung geworden, so haben wir im Wesentlichen die Verhältnisse des Urceolus (T. 47, 5a). Im Grunde seines sogenannten Peristomtrichters und zwar etwas einseitig, dicht neben der Basis der ziemlich tief, an einer Stelle des Trichterrandes entspringenden Geissel liegt die eigentliche Mundöffnung, welche in einen sehr langen röhrenförmigen Schlund führt; derselbe zeigt nach meinen Beobachtungen in seinem Verlaufe eine Knickung und zwar ist der vor der Knickungsstelle gelegene Theil beträchtlich weiter wie der hintere, der sich als feiner Spalt bis ins hintere Körperdrittheil verfolgen lässt. Bei der Nahrungsaufnahme scheint sich nach Stein's Darstellung ähnlich wie bei vielen Ciliaten am Ende des Schlundes eine Nahrungsvacuole zu bilden, in welche die Nahrung eingeschlossen und dann in den Körper übergeführt wird.

Etwas abweichend von den bis jetzt besprochenen Einrichtungen scheinen die der um Astasia (Stein) sich gruppirenden Formen zu sein. Die primitivsten Verhältnisse finden sich hier bei der Gattung Cyclidium (Dj.) Bütschli (T. 47, 4b). Das zugespitzte Vorderende ist abgestutzt und die Ränder (Cuticula?) dieses Endes deutlich dunkel und verdichtet; auf einer Stelle des Randes sitzt die Geissel auf und die Mundöffnung nimmt sonder Zweifel eben das Vorderende ein, ohne dass sie sich jedoch in einen deutlichen Schlund fortsetzt. Besonders deutlich tritt die starre Beschaffenheit dieser Mundspitze dadurch hervor, dass sie sich als solche vorragend erhält, wenn sich der sehr contractile Körper kuglig zusammengezogen hat (T. 47, 4a).

Sehr ähnlich gestaltet erscheint nun das Vorderende bei Astasia, Heteronema und namentlich auch den starren Formen Atractonema, Menoidium und Sphenomonas (T. 47, 18; T. 48, 7 und 9), nur fehlt hier die Verdichtung der Cuticula des Vorderendes. Dagegen setzt sich bei diesen Formen die am abgestutzten Vorderende gelegene Mundöffnung nach Stein in einen zarten röhrenförmigen Schlund fort, der sich gerade nach hinten verlaufend auf eine verhältnissmässig kurze Strecke in den Körper verfolgen lässt.

Aufs innigste an die soeben geschilderten Gattungen schliessen sich weiter die Euglenen an und zwar vermittelt die Euglena acus den Uebergang, deren Mund- und Schlundverhältnisse ganz den oben besprochenen analog sind (T. 47, 8). Bei den übrigen Euglenen dagegen, mit weniger zugespitztem Vorderende ist das Verhalten etwas anders; hier erscheint das Vorderende meist etwas schief abgeschnitten und die kreisrunde Mundöffnung etwa in der Mitte dieser schiefen Abstutzung. Der röhrenförmige, von der Cuticula ausgekleidete Schlund (Membrantrichter von Klebs) ist äusserst deutlich und lässt sich mehr oder weniger tief, zuweilen bis in die Gegend des Stigma verfolgen.

Wie bei den Euglenen schildert Stein auch die Mund- und Schlundverhältnisse des Colacium und auch bei Trachelomonas beobachtete er

dieselben Einrichtungen, wenn auch nur in Andeutung. Eine dem Mund der seither besprochenen Formen entsprechende Oeffnung findet sich ferner auch bei den von den typischen Euglenen etwas abweichenden Gattungen Coelomonas, Merotricha (Raphidomonas St.) und Microglena. Jedoch scheint denselben ein Schlund sicher zu fehlen. Wir werden jedoch hierüber erst später bei der Besprechung der contractilen Vacuolen genauer verhandeln können. In jeder Beziehung stimmen die Mundeinrichtungen in der Familie der Chloropeltina mit denen der Euglenina überein. Wir finden hier durchaus die an der Basis der Geissel gelegene kleine Mundöffnung, die sich bei der regulär gestalteten Gattung Lepocinclis (Perty) am vorderen Körperpole befindet und nach Stein's Darstellung etwas röhrenförmig vorspringt. Gewöhnlich ist jedoch ein solches Vorspringen der Mundöffnung nicht vorhanden, wie schon die früheren Beobachter Perty und Carter und neuerdings auch Klebs fanden und auch unsere Abbildungen zeigen. Die Wand der Schlundröhre dieser Form zeigt häufig einige ringförmige Verdickungen (Bütschli, T. 47, 15a). Bei der sehr nahe verwandten Gattung Phacus weist Mund und Schlund wegen der etwas asymmetrischen Körpergestalt gleichfalls eine gewisse Asymmetrie auf. Am besten ist mir die Mundeinrichtung bei Phacus Pleuronectes bekannt und daher will ich deren Verhältnisse hier zu Grunde legen. Das Charakteristische in der Bildung des Vorderendes dieser Form (wie auch der sehr nahe verwandten Phacus triqueter und longicauda) ist, dass die beiden Seitenränder des Körpers am Vorderende nicht in einander übergehen, sondern sich der linke dorsalwärts über den rechten schiebt und dann bei den beiden ersterwähnten Formen in den über die Mittellinie des Rückens ziehenden Kiel übergeht (T. 47, 11). Bei Ph. longicauda fehlt dieser Kiel und daher kreuzen sich die Ränder nur auf eine kurze Strecke (T. 47, 10). Durch diesen Verlauf der Ränder wird am Vorderende zwischen ihnen ein ziemlich nach vorn schauendes schmales Feld erzeugt, das bei Phac. Pleuronectes und triqueter etwas von dem weiter vorspringenden rechten Körperrand, welcher die vordere Körperspitze bildet, überragt wird und daher etwas auf die Dorsalseite verschoben erscheint. In diesem Feld liegt die Mundöffnung und zwar in einer etwas nach rechts gewendeten, ziemlich weiten trichterförmigen Einsenkung, in der, am Rand der eigentlichen Mundöffnung die Geissel entspringt. Der Schlund, welcher sich an den Mund anschliesst, läuft schief nach links gewendet hinab. Bei Ph. longicauda, wo sich die Körperränder nur auf eine sehr kurze Strecke kreuzen, wird daher das zwischen der Kreuzung gelegene Mundfeld ganz von der Mundöffnung ausgefüllt und der Schlund läuft hier meist ziemlich gerade nach hinten.

Auf diesen Verhältnissen beruht es denn, dass bei den beiden zuerst genannten Arten die Geissel in der seitlichen Ansicht auf der Rückseite zu entspringen scheint und zwar aus einer grubenförmigen Einsenkung, d. h. dem eben erwähnten Trichter, in dem sich die Mundöffnung befindet (T. 47, 12).

Nicht ganz klar sind bis jetzt die Verhältnisse bei dem sogenannten Phacus Pyrum (T. 47, 16). Stein schreibt diesem ein am vordern Körperende beginnendes und schraubig, entsprechend den Schraubenkanten am Körper herablaufendes sogen. Peristomfeld zu. Ich finde davon nichts, sondern den vorderen Körperrand ziemlich quer abgestutzt und zu einer queren Grube eingesenkt, die in der Profilansicht deutlich hervortrat.*) An der einen etwas stärker vorspringenden Wand dieser Grube, die wohl dem Peristomfeld Stein's entspricht, erhob sich die Geissel. Ein eigentlicher Mund und Schlund wurde nicht bemerkt; auch Stein deutet davon nichts an. —

Im Vorstehenden wurden die Mundeinrichtungen der Euglenoidinen ohne jede genauere Rücksicht auf ihre physiologische Bedeutung geschildert, weil es in hohem Grade wahrscheinlich ist, dass dieselben morphologisch alle zusammengehören. Dagegen ist nur für eine verhältnissmässig kleine Zahl dieser Formen der Nachweis erbracht, dass die geschilderten Einrichtungen auch physiologisch als Apparate zur Nahrungsaufnahme thätig sind. Im Gegentheil scheint es für viele Euglenoidinen durchaus sicher, dass sie niemals ihre Mundeinrichtungen zur Aufnahme geformter Nahrung benutzen, sondern sich in pflanzlicher Weise ernähren. Wir ziehen es vor, erst an späterer Stelle die Frage genauer zu discutiren, welcher functionelle Werth dem sogenannten Mund und Schlund letzterwähnter Formen zuzuschreiben sein dürfte.

Es erübrigt nur noch einen Blick auf den Mundapparat der beiden hochentwickelten Heteromastigoden Anisonema und Entosiphon zu werfen. Die Verhältnisse derselben scheinen sich denen von Peranema am nächsten anzureihen. Bei beiden findet sich ein röhrenförmiger Schlund, der eine starkverdichtete, dunkle und ziemlich dicke Wand besitzt, die sich nach hinten allmählich verdünnt und ohne scharfe Grenze aufhört. Bei Anisonema ist derselbe meist verhältnissmässig kurz, erreicht kaum die Körpermitte, ja Stein zeichnet ihn stets noch viel kürzer**), wogegen der Schlund des Entosiphon ungemein lang wird, so dass er bis ins hintere Körperdrittheil hinabreicht. Die Mundöffnung, mit welcher der Schlund beginnt, liegt stets nahe der Geisselbasis; bei Entosiphon dicht hinter dem vordern Körperrand und Stein zeichnet eine schwach trichterförmige Einsenkung dieses Randes auf der Bauchseite, in deren Grunde der scharf abgeschnittene Schlund beginnt. Bei Anisonema beginnt der Schlund scharf abgeschnitten weiter rückwärts auf der Bauchseite und zwar in dem früher beschriebenen von der hinteren Geissel umschriebenen Bogen. Die eigentliche Mundöffnung ist nach Stein und Klebs eine ziemlich weite trichterförmige Einsenkung zwischen der Basis der vordern Geissel und dem vordern Schlundende, aus welcher nach Klebs die hintere Schlepp-

*) Auch Klebs erwähnt dieses Peristomfeld nicht und gibt an, der vordere Rand sei auf der einen Seite etwas ausgehöhlt.

**) Klebs dagegen sah ihn Körperlänge erreichen.

geissel entspringt. In gleicher Weise wie für Peranema hält dieser Forscher auch bei unsern beiden Formen die Schlundröhre für einen Stabapparat, der bei Anisonema ebenfalls der Cuticula der Bauchseite anhaften soll.

Eine besondere Eigenthümlichkeit besitzt der Schlund des Entosiphon. Derselbe ist nämlich, wie Archer (150) zuerst beobachtete und später Stein genauer ausführte, ein bewegliches Gebilde; die Entosiphen vermögen denselben ziemlich weit über den vordern Körperrand vorzustossen und wieder zurückzuziehen. Bei dem Vorschieben soll sich der Apparat nach Klebs auch verbreitern und umgekehrt dann wieder verengern.

Obgleich sich nun aus den Erfahrungen zahlreicher Beobachter, seit Dujardin, ergiebt, dass unsre beiden Wesen selbst ansehnlich grosse Nahrungskörper aufnehmen, liegt doch bis jetzt eine Beobachtung über den Act der Nahrungsaufnahme nicht vor.

Zum Beschlusse unsrer Betrachtung der Mundeinrichtungen haben wir noch der sehr interessanten Verhältnisse bei der Familie der Cryptomonadinen (zu den Isomastigoda gehörig) zu gedenken. Bei den kaum gesonderten Gattungen Chilo- und Cryptomonas finden wir ganz übereinstimmende Einrichtungen, doch konnte bei ihnen eine Aufnahme geformter Nahrung bis jetzt nicht erwiesen werden und ich halte eine solche auch für sehr unwahrscheinlich. Nur Künstler (199) will sich neuerdings überzeugt haben, dass Cryptomonas „Schizomyceten und andre kleine Organismen" fresse. Dagegen vermissen wir bei der Gattung Oxyrrhis (T. 45, 12) einen deutlichen Mund und gar Schlund, aber hier steht die Nahrungsaufnahme nach den Erfahrungen Kent's und Blochmann's ausser Zweifel und zwar liegt die Mundstelle, welche Kent als sehr erweiterungsfähig bezeichnet, an der Basis der beiden Geisseln. Die ansehnlich weite sogen. Mundöffnung der beiden ersterwähnten Gattungen (T. 45, 9 und 10) hat etwa die gleiche Lage wie bei Oxyrrhis und zwar liegt sie nach den Erfahrungen Künstler's, welche ich durch erneute Untersuchungen an Chilomonas bestätigen kann, am vorderen Körperrande der Bauchseite zugewendet, in dem früher schon beschriebenen Ausschnitt zwischen der verschieden hohen rechten und linken Lippe.

Stein zeichnet ein auf der linken Körperseite (Bauchseite Stein's) herabsteigendes, als eine flache, sehr breite Rinne erscheinendes sogen. Peristom, an dessen Hinterende sich die eigentliche Mundöffnung finden soll (T. 45, 10 a). Dasselbe existirt aber nach meinen Erfahrungen wenigstens bei Chilomonas sicher nicht. Auch für Cryptomonas muss ich nach meinen eigenen früheren Untersuchungen und denen Künstler's die gleichen Einrichtungen wie bei Chilomonas behaupten und bezweifle daher gleichfalls die Gegenwart des vermeintlichen Peristoms.

Die Mundöffnung führt bei beiden Gattungen in einen relativ sehr weiten Schlund, den Ant. Schneider (84) zuerst sah, jedoch nicht richtig erkannte. Derselbe hat etwa röhren- bis beutelförmige Gestalt und läuft gerade oder etwas schief zur Rückseite gerichtet bis zur Körpermitte, oder noch etwas über dieselbe herab.

Eine ganz besondere Beschaffenheit besitzt die Schlundwandung unsrer Formen. Dieselbe erscheint zunächst relativ dick und dunkel und

bei starker Vergrösserung wie aus einer grossen Zahl dunkler Körner zusammengesetzt, die entweder dicht und ohne Ordnung zusammengestellt sind, oder deutliche Quer- und Längsreihen bilden. Strasburger (170) beschreibt daher die Schlundwandung der Cryptomonas curvata aus dichtstehenden und senkrecht zur Wandungsfläche gestellten Stäbchen zusammengesetzt. Doch scheint die Dicke der Schlundwandung gewöhnlich zu gering, um ihre dunklen Elemente als Stäbchen zu bezeichnen. Auffallend ist die intensive Färbung, welche die Schlundwandung bei Behandlung unsrer Flagellaten mit verschiednen Färbungsmitteln annimmt.

Künstler hat den Schlund unsrer Wesen eingehend studirt, und ist zu recht abweichenden Anschauungen gekommen. Ihm gilt derselbe zunächst nicht als Schlund, sondern als Magen, da er sich überzeugt haben will, dass die aufgenommne Nahrung in ihm verdaut werde. Die Schlundwandung bestehe aus einer Plasmaschicht, in der sich zahlreiche kleine, dicht aneinander gereihte Vacuolen vorfänden, welche sich jedoch durch intensive Färbungsfähigkeit auszeichneten. In jeder dieser Vacuolen bilde sich fernerhin gewöhnlich ein Stärkekörnchen aus und diese, sowie die Vacuolenbildung selbst, erzeugten die körnige Zeichnung des Schlundes. Indem wir eine Kritik dieser Auffassung des Schlundbaues künftiger Forschung überlassen, heben wir nur hervor, dass wir bei häufiger Behandlung der Chilomonas mit Jod nie eine Blaufärbung der Schlundwandung beobachtet haben.

e) Einrichtungen zur Ausstossung unverdauter Nahrungsreste. Sogen. Afterbildung und Besprechung der Ansichten über die Existenz eines Darmkanals der Flagellaten.

Dass die zahlreichen Flagellaten, welche geformte Nahrung aufnehmen, auch befähigt sind, deren unverdaute Reste wieder auszustossen, ist natürlich, dagegen ist bis jetzt nur Weniges über den Vorgang der Defäcation beobachtet. Schon Ehrenberg glaubte sich bei der zweifelhaften Monas socialis von der Ausstossung des aufgenommnen Indigo am Hinterende überzeugt zu haben. Dass es nun das Hinterende ist, wo die Ausstossung meist stattfindet, scheint durch die Erfahrungen verschiedener Forscher belegt zu werden. So beobachtete F. E. Schulze mehrfach die Entleerung von Nahrungsresten am Hinterende der Mastigamoeba. Stein zeichnet bei einer ziemlichen Zahl von einfachen und höher entwickelten Formen eine sogen. Afterstelle am Hinterende, so bei Bodo globosus, Phyllomitus, Tetramitus descissus, bei Heteronema globuliferum und Anisonema. Bei letzterer Form wollte sich auch schon Clark von der Existenz einer solchen Stelle am Hinterende überzeugt haben, doch lauteten seine Mittheilungen wenig sicher. Bei Peranema sah Stein schon früher (Org. der Inf.th. I. p. 77) die Ausscheidung von Excrementen am Hinterende. Hierzu gesellen sich weiterhin noch einige Beobachtungen Kent's, der bei seiner Oikomonas obliquus und Anthophysa die Ausstossung des aufgenommnen Carmins am Hinterende beobachtete. Wir haben schon früher geschildert, wie rasch bei der letzteren Gattung beträchtliche Carminmengen ausgeschieden werden. Aehnlich verhält sich auch die ersterwähnte Form, bei welcher Kent im Verlauf einer halben Stunde eine dem Volum des Wesens gleiche Carminmenge ausscheiden sah.

Die von Stein bei den obengenannten Flagellaten abgebildete sogen. Afterstelle erscheint auf seinen Zeichnungen als ein recht kleines Bläschen mit sehr dunkler Contur und liegt stets dicht am hinteren Körperrand. In gleicher Weise zeichnet Stein auch die sogen. bläschenförmige Mundstelle bei den früher erwähnten Monadinen. Man dürfte deshalb daran denken, dass diese Afterstelle vielleicht eine kleine Vacuole darstellt, welche die auszuscheidenden Nahrungsreste aufnimmt, um sich dann nach Aussen zu öffnen und sie in dieser Weise zu entleeren. Einen solchen Vorgang der Ausscheidung beobachtete wenigstens Bütschli bei einer mit Oikomonas Termo nächstverwandten, wenn nicht identischen Form. Hier bildeten sich in der Mitte der Lippenseite des Körpers von Zeit zu Zeit einige unregelmässige Vacuolen, welche die Nahrungsreste umschlossen und hierauf ihren Inhalt nach Aussen entleerten, oder sammt diesem vom Körper abgeschnürt wurden. Auch bei Tetramitus descissus beobachtete Bütschli einmal die Ausstossung eines Kornes etwas hinter dem Peristomausschnitt auf der Bauchseite*). Noch abweichender ist die Lage der Afterstelle nach Clark bei Bicosoeca, der die Ausscheidung an dem lippenförmigen Fortsatz dieser Form wahrgenommen haben will, etwas oberhalb der früher beschriebenen Mundstelle. Hieran würde sich Oxyrrhis schliessen, bei welcher die Ausstossung der Nahrungsreste sicher an dem dorsalen lippenförmigen Peristomfortsatz geschieht (Blochmann; T. 45, 12). Wie früher bemerkt, bezeichnet derselbe nach unsrer Auffassung das morphologische Vorderende, thatsächlich ist er jedoch bei der Bewegung nach hinten gerichtet. Es scheint daher, dass nicht ausschliesslich nur das hinterste Körperende bei der Ausstossung thätig ist, doch lässt sich bis jetzt nicht wohl sagen, ob bei gewissen Formen die Ausstossung noch unlokalisirt ist (wie dies ja wohl für die Rhizomastigoda im allgemeinen gelten wird), während bei andern eine Lokalisirung dieser Function bleibend durchgeführt ist. Bei den höher entwickelten Formen (so Peranema, Anisonema etc.) dürfte letzterer Fall wohl sicher eingetreten sein.

Schliesslich hätten wir noch der Beobachtungen Künstler's (190) zu gedenken, der auch Cryptomonas und Chilomonas einen After zuschreibt. Derselbe soll sich hier etwas dorsalwärts am hinteren Körperende finden und nicht etwa eine einfache Afterstelle sein, wie sie die früheren Beobachter bei Flagellaten ausschliesslich beschrieben, sondern die Ausmündungsstelle eines wahren Darmes, welcher sich als sehr schwer sichtbare, zarte Röhre zwischen dem Ende des früher beschriebenen Schlundes (des Magens nach Künstler) und dem After ausspanne. Das Lumen dieses Darmes soll namentlich dann deutlich hervortreten, wenn es durch Nahrungskörper, welche Künstler häufig darin beobachtet haben will, ausgedehnt werde. Den Nachweis eines vollständigen mit Mund und After versehenen Darmapparats glaubt unser Forscher auch noch für eine Anzahl weiterer Flagellaten führen zu können, so namentlich für eine als Astasia costata bezeichnete Form (wahrscheinlich = Rhabdomonas incurva Fres.), wo gleichfalls ein den Körper gestreckt durchlaufender Darm beschrieben wird, der sich in Schlund, erweiterten Magen und engen Darm gliedere. Selbst dem zu den Euglenoidinen gehörigen Phacus Pleuronectes, welchem bis jetzt noch Niemand die Aufnahme geformter Nahrung zugetraut hat, schreibt

*) Ob die von Dallinger und Drysdale (145. VI, p. 191) bei Tetramitus rostratus beobachtete Ausstossung körniger Masse ein Defäcationsprocess war, erscheint zweifelhaft.

unser Forscher entsprechende Darmeinrichtungen zu und vermisst auch bei Chlamydomonas (in Wahrheit ist die untersuchte Form jedoch wohl sicher Carteria gewesen) einen Magen nicht, wenn derselbe hier auch nur flüssige Nahrung aufnehme. Wir können erst später genauer darlegen, welche Deutung wir den angeblichen Mägen bei Phacus und Carteria geben dürfen. Dagegen ist schon hier zu betonen, dass wir die Beobachtungen über den sogen. Darm der Cryptomonadinen für ganz unzuverlässig halten. Kein anderer Beobachter hat früher eine Spur dieser Einrichtung gesehen. Schwierig ist es jedoch anzugeben, durch welche Verhältnisse Künstler zu der vermeintlichen Beobachtung eines solchen Darmes geführt werden konnte. Ich habe die Vermuthung, dass unser Forscher, da er keine richtigen Vorstellungen über die Natur und Vertheilung der Chromatophoren der Cryptomonas hat, sich verleiten liess, den hellen ungefärbten schmalen Zwischenraum, welcher zwischen den beiden Endochromplatten hervortritt, für einen Darm zu halten. Diese Vermuthung scheint mir um so gerechtfertigter, als er auch über den Schlund eine Längsfurche hinziehen lässt, über welcher die Integumente ungefärbt sein sollen, und diese Längsfurche in ihrem Verlauf eine Fortsetzung des weiter hinten gelegenen Darmes darstellt. Man vergleiche hinsichtlich dieser Verhältnisse den Abschnitt über die Chromatophoren.

E. Inhaltskörper des Plasmas mit Ausnahme der Nuclei.

a) Nahrungsvacuolen und nichtcontractile Vacuolen. Schon bei Gelegenheit der Nahrungsaufnahme wurde betont, dass solche Formen, welche sich ihrer Nahrung vermittels einer sogen. Mundvacuole bemächtigen, auch Nahrungsvacuolen besitzen, indem die ersteren einfach als Nahrungsvacuolen in den Körper geschoben werden. Doch findet man bei diesen Formen auch häufig frei ins Plasma eingebettete Nahrungskörper, woraus wohl mit Sicherheit hervorgeht, dass die Flüssigkeit der Nahrungsvacuolen häufig rasch resorbirt wird. Bei zahlreichen kleineren Formen, deren Nahrungsaufnahme noch nicht direct beobachtet wurde, finden wir ebenfalls Nahrungsvacuolen nicht selten, so bei Cyathomonas (= Goniomonas St.), Tetramitus, Collodyction und anderen.

Dagegen scheinen die mit höher entwickelten Mund- und Schlundeinrichtungen versehenen Formen der Euglenoidinen und Heteromastigoden, welche feste Nahrung aufnehmen, sehr selten Nahrungsvacuolen zu bilden, wenigstens sind kaum sichere Fälle dieser Art zu meiner Kenntniss gelangt. Wie schon früher erwähnt, scheint Urceolus nach Stein's Darstellung solche Vacuolen zu erzeugen; auch bildet Stein bei Zygoselmis und vielleicht auch Anisonema Nahrungsvacuolen ab. Gewöhnlich scheinen jedoch auch bei letzterwähnten Formen grössere Nahrungskörper direct in das Plasma eingebettet zu sein.

Nichtcontractile Vacuolen treten sehr häufig im Plasma auf, gewöhnlich jedoch vereinzelt. Nur selten, und wie es scheint, unter besonderen, wahrscheinlich ungünstigen Lebensverhältnissen finden wir eine reichliche Ansammlung solcher Vacuolen und damit eine blasig vacuoläre Beschaffenheit des Plasmas. Dies beobachtete z. B. Carter bei den von ihm studirten Exemplaren des Collodyction, Bütschli zuweilen bei Chilomonas unter jedenfalls abnormen Lebensverhältnissen und Cohn gelegentlich bei Haematococcus lacustris und Gonium. Bei den Volvoxzellen dagegen

findet Cohn zuweilen einen mittleren Saftraum. Grössere Vacuolen sind nach Klebs auch häufig bei den Trachelomonasarten, selten dagegen im Allgemeinen bei den Euglenen. Im Ganzen scheint, wie gesagt, die reichlichere Vacuolisation eine mehr abnorme Erscheinung unter den Flagellaten zu sein.

b) Contractile Vacuolen sind ganz allgemein verbreitet, so dass zur Zeit kaum eine Form namhaft zu machen wäre, welcher mit Sicherheit dieses Organisationselement fehlte. Natürlich haben die Vacuolen auch hier ihren Sitz stets direct unter der Körperoberfläche, wie es die jetzt wohl fast allgemein adoptirte Ansicht über ihre physiologische Thätigkeit verlangt. Wo sich die Vacuolen tiefer im Körper lagern, werden wir auch Einrichtungen zu ihrer Communication mit der Aussenwelt finden oder doch derartige Einrichtungen sehr wahrscheinlich zu machen vermögen.

Obgleich für viele Flagellaten die Zahl der contractilen Vacuolen sicher ermittelt ist, bleibt doch noch eine nicht kleine Zahl solcher, bei welchen in dieser Hinsicht noch Zweifel herrschen. Es hat daher augenblicklich gewisse Schwierigkeiten, die Frage nach der Vacuolenzahl mit Schärfe zu beantworten. Einige Forscher, darunter namentlich Kent, geben sogar für gewisse Arten eine wechselnde Zahl von Vacuolen an; was ja auch für einzelne wohl zutreffend sein mag. Dagegen herrscht doch bei der grossen Mehrzahl unsrer Formen sicher eine bemerkenswerthe Constanz der Vacuolenzahl. Nicht wenige besitzen nur eine einzige Vacuole; so gilt dies durchaus in den Familien der Dendromonadinen, der Spongomonadinen, der Cryptomonadinen und der Scytomonadinen. Auch weitere Angehörige der Monadinen zeigen dieses Verhältniss, obwohl gerade hier häufig die Angaben ziemlich schwankend lauten. So finden wir z. B. bei Cercomonas ein bis mehrere verzeichnet, ebenso lauten auch die Angaben Kent's für die zahlreichen Formen seiner Gattung Oikomonas und das Gleiche wird von den Bodonina berichtet. Bei den Bikoecida fand ich wie Stein nur eine Vacuole, Kent dagegen 2—3, und so lauten denn die Angaben noch für manche andere Monadine bis jetzt etwas unsicher. Eine grosse Reihe von Formen besitzt sicher zwei gleiche Vacuolen, welche nahezu als specifischer Charakter für die Familien der Chlamydomonadina und Volvocina gelten dürfen. Die meisten ihrer Angehörigen zeigen dieses Verhalten und es fällt auf, dass dennoch bei gewissen eine Abweichung von der Regel zu bemerken ist. So scheinen namentlich Haematococcus und Chlorangium nach Stein's Untersuchungen nur eine einzige zu besitzen und in der Familie der Volvocina macht die Gattung Volvox wohl eine sichere Ausnahme, da sie nach den übereinstimmenden Untersuchungen von Stein und mir nur eine contractile Vacuole besitzt. Auch ihr Entdecker Busk sah gewöhnlich nur eine einzige, wogegen Cohn (147) deren zwei angibt, jedoch auch stets nur eine zeichnet. Die seltsamste Ausnahme unter den Chlamydomonadinen bietet jedoch die Gattung Chlorogonium dar.

Krassilstschik fand nämlich, im Gegensatz zu Stein, welcher auch dieser Form die zwei gewöhnlichen Vacuolen zuschreibt, 12—16 sehr kleine Vacuolen über den ganzen Körper unregelmässig vertheilt und Klebs bestätigte diese Angabe selbstständig. Schon früher hatte Reinhardt eine grössere Vacuolenzahl dieser Form behauptet, indem er ihr 4 Paar in leiterförmiger Anordnung über den Körper vertheilt zuschrieb und auch Ant. Schneider (84) scheint die zahlreichen Vacuolen schon gesehen zu haben*). Auch in der nahe verwandten Familie der Chrysomonadina finden wir im Allgemeinen mehrere Vacuolen, jedoch scheint keine so grosse Constanz bezüglich der Zahl zu herrschen; 2—4 werden namentlich bei der genauest erforschten Synura angegeben.

Bei manchen der schwankenden Angaben dürfte vielleicht nicht ganz unbeachtet bleiben, dass bei der Theilung häufig schon frühzeitig eine Vermehrung der Vacuolen geschieht, was unberücksichtigt leicht zu irrthümlichen Zählungen Veranlassung gibt.

Besondre Verhältnisse zeigen die contractilen Vacuolen der meisten Euglenoidina, weshalb wir es vorziehen, hier keine eingehenderen Angaben über die Zahl derselben zu machen, sondern auf die genauere Besprechung der Vacuolen dieser Formen verweisen.

Ebenso verschieden wie die Zahlenverhältnisse sind auch die Lagerungsverhältnisse der contractilen Vacuolen im Körper der Flagellaten. Mit Ausnahme der Euglenoidinen scheinen sie jedoch, wie bemerkt, stets dicht unter der Körperoberfläche ihren Sitz zu haben, wenn auch natürlich unterhalb der dichteren Hautschicht oder Cuticula, insofern solche überhaupt ausgebildet sind. Dieses Verhalten erleidet wohl nur bei den wenigen Formen eine Ausnahme, bei welchen überhaupt eine feststehende Lagerung der Vacuole fehlt. So scheint wenigstens bei einem Theil der Rhizomastigoda im sarkodinenartigen Zustand eine ähnliche Verschiebbarkeit der Vacuole im Körper zu existiren, wie sie die Amöben etc. besitzen. Bei anderen dagegen (so Mastigamoeba aspera) sollen die Vacuolen dauernd ihre Lage im Hinterende behaupten. — Bei den heliozoënartigen Rhizomastigoden springen die Vacuolen z. Th. auch über die Körperoberfläche blasenartig vor, wie bei vielen typischen Heliozoën. Interessant erscheint, dass im flagellatenartigen Zustand dieser Formen (Ciliophrys, Dimorpha) die Lage der Vacuolen eine constante ist, wie bei den übrigen Flagellaten gewöhnlich.

Nur bei wenigen typischen Flagellaten wurde bis jetzt eine Verschiebbarkeit der contractilen Vacuolen beobachtet, ein Zustand, der gewiss als ein relativ ursprünglicher bezeichnet werden muss. Bütschli beobachtete bei Trepomonas, dass die Vacuole hier inmitten des in Circulation begriffenen Plasmas entsteht, durch welches sie wie gewöhnliche Vacuolen

*) Auch bei Carteria will Carter (130) zuweilen sehr zahlreiche contractile Vacuolen beobachtet haben.

umhergeführt wird. Dann sieht man, wie die Vacuole an das Hinterende geschoben wird und sich nur hier contrahirt. Auch bei Hexamitus inflatus beobachtete derselbe Forscher ein ähnliches Verhalten; die Contraction der Vacuole erfolgt auch hier im Hinterende, wo dann auch die neue entsteht, welche jedoch, bevor sie sich contrahirt, langsam durch den Körper nach vorn geschoben wird, bald aber umkehrt und sich, wenn sie das Hinterende wieder erreicht hat, contrahirt. Dagegen zeichnet Stein die Vacuole dieser Form stets in das Vorderende, dagegen bei den zwei anderen Arten der Gattung mehr in das Hinterende.

Bei constanter Lagerung der Vacuole finden sich die mannigfachsten Lagerungsverhältnisse realisirt, so dass im Allgemeinen wohl behauptet werden kann, dass jede beliebige Stelle unter der Körperoberfläche zum Sitz der Vacuole werden kann. Dennoch sind besonders häufig die beiden Körperenden ihr Sitz, am häufigsten jedoch das vordere, und zwar finden sich die Vacuolen dann meist sehr dicht an der Geisselbasis. Weiterhin tritt jedoch als sehr allgemein verbreitete Regel hervor, dass bei Gegenwart von 2 oder mehr Vacuolen diese sich fast immer dicht bei einander finden.

Dicht an der Geisselbasis im Vorderende treffen wir die einzige oder die mehrfachen Vacuolen nicht selten bei den Monadinen (so z. B. Cercomonas z. Th., Herpetomonas) und ähnlich auch bei den Bodonina, doch finden sich in denselben Gattungen gewöhnlich auch Formen, welche einen abweichenden Sitz der Vacuolen in der Mittelregion des Körpers aufweisen. Auch die Scytomonadina zeigen ihre ansehnliche einfache Vacuole stets ziemlich nahe der Geisselbasis, doch ist im Zusammenhang mit der allgemeinen Asymmetrie ihres Körpers die Vacuole asymmetrisch an den einen Seitenrand verschoben (T. 46, 8—9).

Ganz exquisit vorderständig sind namentlich die beiden Vacuolen der Chlamydomonadina und Volvocina und zwar ordnen sich dieselben hier stets in ganz symmetrischer Weise dicht neben die Basen der beiden Geisseln. Nur die Gattung Volvox bildet auch in der Lagerung ihrer einfachen Vacuole eine Ausnahme, indem sich diese nahezu in der Mitte des einen Seitenrandes findet (T. 44, 16b—c), ja nach Busk, wie Claparède und Lachmann zuweilen sogar in die Verbindungsfäden, welche die Volvoxzellen bekanntlich vereinigen, gerückt ist.

Eine ausgesprochen vorderständige Vacuole ist ferner bezeichnend für die typischen Vertreter der Cryptomonadina (Crypto- und Chilomonas, T. 45, 9—10), wo sie sich in dem Rückentheil des Vorderendes findet. Dagegen findet sich die Vacuole bei Oxyrrhis (T. 45, 12) nach Kent scheinbar mehr in der Mitte des Körpers, was sich jedoch darauf zurückführen lässt, dass hier der Rückentheil des vorderen Körperrandes viel stärker verlängert ist, wie bei den erstgenannten Formen*).

*) Es ist jedoch fraglich, ob bei dieser Gattung wirklich eine Vacuole vorhanden, Blochmann konnte wenigstens keine auffinden.

Wir bemerken hier gleichzeitig, dass auch die Euglenoidina ihre contractilen Vacuolen gewöhnlich im Vorderende besitzen, doch folgt das Nähere hierüber erst später. Häufig ist weiterhin die Lage der Vacuolen an einem Seitenrand des Körpers, der Mitte mehr oder weniger genähert. Auf einige diesbezügliche Beispiele wurde schon hingewiesen. Bezeichnend ist diese Lagerung der einzigen Vacuole für die gesammten Familien der Dendromonadina und Dinobryina, und findet sich ähnlich auch bei den Spongomonadina unter den Isomastigoda allgemein verbreitet.

Betrachten wir schliesslich noch einige Beispiele der entschieden hinterständigen Vacuolen. Auch diese können wir wieder verschiedenen grösseren Gruppen entnehmen. Charakteristisch ist diese Lagerung unter den Monadina für die Familie der Bikoecida, unter den Isomastigoda für die der Chrysomonadina, welche sich sonst so nahe an die verwandten Formen mit vorderständigen Vacuolen anschliesst; weiterhin noch für eine Anzahl in ihrer Stellung weniger sicherer Formen, die theils schon namhaft gemacht wurden, namentlich auch noch für Trichomonas*) und Hexamitus (z. Th.?) nach Stein.

Wir haben absichtlich bis jetzt die Vacuolenverhältnisse der umfangreichen Gruppe der Euglenoidina noch nicht berücksichtigt, da sich bei ihr schwierig zu beurtheilende Verhältnisse finden, die erst neuerdings etwas mehr aufgeklärt wurden Wie schon bemerkt finden sich die Vacuolen dieser Formen dem Vorderende des Körpers eingelagert und in verschiedener Zahl. Bei einem Theil derselben, so bei Petalomonas und Peranema, vielleicht auch einem Theil der Astasiina (Stein's) scheint sich die einfache Vacuole in ihrem Verhalten denen der seither besprochenen Flagellaten innig anzuschliessen, indem sie hier keine Beziehungen zu dem Schlund zu besitzen scheint und sich dicht unter der Körperoberfläche, theils näher der Geisselbasis, theils etwas weiter nach hinten findet.

Bei den eigentlichen Euglenina, den Coelomonadina und gewissen Astasiina dagegen besitzt die sogen. contractile Vacuole Stein's und der früheren Forscher entschieden sehr innige Beziehungen zu dem mehr oder weniger entwickelten Schlundrohr.

Betrachten wir zunächst die typischen Euglenina, für welche die eingehendsten Beobachtungen über diesen Gegenstand vorliegen. Die sogen. contractile Vacuole dieser Formen liegt nicht unter der äusseren Körperoberfläche, sondern dicht hinter dem innern Ende des sogen. Schlundrohrs (T. 47, 8—14). Stein zeichnet sie sogar recht häufig in directer Verbindung mit dem Schlundrohr, indem sie dann wie ein beutelförmiger Anhang desselben erscheint. Obgleich ich ein solches Bild nie gesehen habe, möchte ich nicht an seiner Richtigkeit zweifeln. Die sogen. Vacuole zeigt nun die auffallende Erscheinung, dass sie häufig recht unregelmässige Umrisse besitzt, wie sie für eine contractile Vacuole ungewöhnlich sind; namentlich bei den Phacusformen (T. 47, 11) tritt diese unregelmässige Gestalt meist sehr gut hervor und wurde hier auch von Stein mehrfach angedeutet. Gerade bei Phacus konnte ich mich nun mit Sicherheit überzeugen, dass diese ansehnliche unregelmässige Vacuole nicht eine contractile ist, sondern dass neben ihr zwei, zuweilen auch drei kleine sich finden, welche sich in gewöhnlicher Weise contrahiren (T. 47, 11). Auch bei Euglena acus beobachtete ich

---

*) Blochmann konnte diese Vacuole jedoch nicht finden.

mehrfach eine ganze Anzahl kleiner, dicht zusammengelagerter Vacuolen, die sich successive contrahirten, jedoch fand sich in diesem Falle nichts deutliches von einer grösseren mit dem Schlund in Beziehung stehenden Vacuole vor, so dass ich nicht sicher entscheiden kann, ob sich diese deutlich contractilen kleinen Vacuolen hier ähnlich zu der grösseren, gewöhnlich sichtbaren verhalten wie bei Phacus. Dass dies jedoch auch hier der Fall ist, wird schon durch alte Beobachtungen Carter's sehr wahrscheinlich gemacht (100b). Derselbe beobachtete neben der sogen. contractilen Vacuole von Euglena noch eine zweite (seinen sogen. Sinus), die sich nach der Füllung contrahirte und ihren Inhalt in die erste ergoss, hierauf bei erneuter Füllung einen Druck auf die eigentliche Vacuole ausüben sollte, wodurch letztere sehr allmählich entleert werde; hieraus erkläre sich denn, dass die contractile Vacuole der Euglenen sich nie rasch und plötzlich zusammenziehe*). Auch Stein trat denn neuerdings von seiner früheren Ansicht bezüglich der Bedeutung der sogen. contractilen Vacuole der Euglena zurück und stellte eine neue auf, welche sich im Thatsächlichen der Carter'schen nahe anschliesst, jedoch in der Deutung fundamental abweicht. Stein betrachtet die sogen. contractile Vacuole jetzt als einen Behälter, in welchem sich die durch den Schlund aufgenommene flüssige Nahrung ansammle. Man sehe dann zu Zeiten einen Sinus sich von diesem Behälter abschnüren, sich plötzlich zusammenziehen und verschwinden. Diese Auffassung Stein's halte ich nun für entschieden unrichtig, indem ich einmal überzeugt bin, dass die Ernährung der Euglenen eine entschieden pflanzliche ist und weiterhin meine Beobachtungen bei Phacus dieser Ansicht direct widersprechen.

Unsere Auffassung von den Verhältnissen der contractilen Vacuolen der Eugleninen lässt sich auf Grund des Vorhergehenden etwa folgendermaassen wiedergeben. Die in Ein- bis Mehrzahl vorhandenen contractilen Vacuolen finden sich in der Nähe des inneren Schlundendes und contrahiren sich, wenn mehrfach vorhanden, successive, ergiessen jedoch ihren Inhalt nicht direct nach aussen, sondern in eine Art Behälter (die frühere sogen. contractile Vacuole), der zeitweilig oder stets mit dem Hinterende des Schlundes in Verbindung steht und seinen Inhalt allmählich durch diesen entleert. Ob dieser Behälter in deutlicher Verbindung mit dem Schlund gesehen wird oder nicht, hängt vielleicht nur von dem Grad seiner Füllung ab.

Mit dieser Darstellung des Vacuolensystems stimmt denn auch die auf eingehenden Untersuchungen basirende Schilderung überein, welche Klebs neuerdings von demselben entwarf**). Eine directe Communication unsres sogen. Behälters (seiner Hauptvacuole) mit dem Schlund nimmt Klebs nicht an, obgleich er die allmähliche Entleerung desselben durch den Schlund für wahrscheinlich hält, jedoch im Allgemeinen nur eine grössere Durchlässigkeit des Plasmas am Grunde des Schlundes anzunehmen geneigt ist. Dass sich die Entleerung thatsächlich durch den

*) Auch Claparède und Lachmann (p. 60) unterscheiden schon die eigentliche contractilen Vacuole bei Euglena und Phacus deutlich von dem Behälter, Ehrenberg's Markknoten.

**) Man verzeihe, dass ich die im Vorstehenden gegebene Schilderung des Vacuolensystems nicht auf Grund der Klebs'schen Mittheilung änderte und kürzte. Da jedoch meine selbstständige Darstellung, die ich ziemlich mühsam auf das Bekannte aufbaute, schon mehrere Monate vor dem Erscheinen der Klebs'schen Arbeit in obiger Gestalt niedergeschrieben wurde und meine wenigen eignen, jedoch entscheidenden Beobachtungen schon aus dem Jahre 1877 herrühren, glaubte ich mir diese kleine Genugthuung gestatten zu dürfen.

sog. Schlund vollzieht, scheint mir durch eine Reihe Klebs'scher Versuche sehr wahrscheinlich gemacht zu werden. Unter gewissen Bedingungen, so bei Behandlung der Euglenen mit verdünnten Salzlösungen (speciell NaCl, nicht über wenige Procent), jedoch auch durch Druck und höhere Temperatur kann man den Behälter zu ansehnlicher Erweiterung über sein normales Maass bringen. Diese Dilatation beruht sicher darauf, dass unter diesen Bedingungen die Entleerung des Behälters gestört, resp. aufgehoben ist, während die Vacuolen weiter functioniren und ihre Flüssigkeit in den Behälter ergiessen.

Aus dem ganzen Verhalten des Behälters scheint mir jedoch hervorzugehen, dass wir ihn nicht einer contractilen Vacuole im gewöhnlichen Sinne zu vergleichen haben, sondern eher dem Reservoir, das ich bei den Vorticellen in Verbindung mit den contractilen Vacuolen schilderte*), eine Vermuthung, auf die auch Kent schon hinwies.

Aus dem Geschilderten, in Zusammenhang mit dem über die Ernährungsweise der Eugleninen Bekannten müssen wir nun schliessen, dass der sogen. Schlund dieser Formen seine wesentliche Function in der Ausleitung der Vacuolenflüssigkeit findet, und die vielleicht bei den Urformen bestandene Beziehung zur Nahrungsaufnahme gänzlich eingebüsst hat.

Aus den Abbildungen Stein's geht nun hervor, dass auch bei zwei weiteren Familien der Euglenoidina die Verhältnisse der contractilen Vacuolen ähnliche sein werden. Unter den Astasiina zeichnet wenigstens Stein die sogen. contractile Vacuole von Astasia, Heteronema und Sphenomonas ebenfalls in Verbindung mit dem hinteren Schlundende, ganz wie bei den Eugleninen. Wahrscheinlich entspricht dieselbe demnach auch dem Behälter der Eugleninen.

Etwas unsicher bleiben auch die Verhältnisse bei Peranema. Hier liegt die contractile Vacuole, deren Contractionen ich häufig beobachtete, neben dem Schlund, etwas von dem vordern Körperende entfernt (T. 47, 1).

Stein bemerkt über dieselbe: „Der contractile Behälter tritt direct mit dem Mund in Verbindung." Da nun Stein denselben auch stets weit hinter den Mund zeichnet, so scheint sich diese Bemerkung wohl nur auf das Verhalten der Vacuole bei der Contraction zu beziehen und dabei sah ich zuweilen eine Erscheinung, die sich sowohl mit dieser Angabe als auch mit den Einrichtungen der Eugleninen in Zusammenhang bringen liesse. Direct nach der Contraction der Vacuole trat ein länglich-gestreckter, schmaler und etwas unregelmässiger Flüssigkeitsraum auf, der sich vom Ort der früheren Vacuole bis gegen die Mundöffnung erstreckte und hierauf allmählich schwand, während sich neben seinem Hinterende 1—2 neue kleine Vacuolen bildeten. Früher (1878) deutete ich diesen länglichen Raum als eine Flüssigkeitsansammlung, welche die neuentstehenden Vacuolen speise; jetzt neige ich mich dagegen der Ansicht zu, dass derselbe wohl dem sogen. Behälter der Eugleninen entsprechen möge und dass sein Verschwinden als eine Entleerung nach Aussen, wahrscheinlich durch die Mundöffnung, aufzufassen sei. Klebs spricht auch bei Peranema von einer Haupt- und einer Nebenvacuole, ich glaube jedoch, dass diese nichts anderes sind wie die zur Bildung der Vacuole zusammenfliessenden zwei neuentstehenden, die sogen. Hauptvacuole sich daher dem Behälter

*) Zeitschr. f. w. Zoologie Bd. 28, p. 62.

der Eugleninen nicht vergleichen lässt; dies geht auch wohl sicher aus seiner Bemerkung hervor, dass hier die Zusammenziehung der Hauptvacuole sehr deutlich zu beobachten sei.

Schliesslich halte ich es für sicher, dass dieselben Einrichtungen wie bei den Eugleninen auch bei der Familie der Coelomonadinen existiren, ja hier noch viel deutlicher hervortreten und daher auch von Stein richtig beobachtet, jedoch falsch aufgefasst worden sind. Mit der sogen. Mundöffnung, welche auch hier an der Basis der Geissel liegt, steht ein weiter, von heller Flüssigkeit erfüllter Raum in Verbindung, der bald mehr kuglig, bald mehr beutel- bis kegelförmig erscheint. Stein bezeichnet ihn als die Leibeshöhle. Wir halten ihn jedoch für nichts Anderes wie den Behälter, welchen wir schon bei den Eugleninen besprachen. Der kurze Kanal, durch welchen sich nach Stein dieser Behälter häufig, jedoch nicht immer, in der sogen. Mundöffnung nach aussen öffnet, scheint kein Schlund zu sein, sondern ein zeitweise sich bildender Ausfuhrkanal. Diesem Behälter liegen auch hier, was Stein richtiger wie bei den Eugleninen erkannte, die contractilen Vacuolen an, und zwar entweder nur eine (Merotricha und Coelomonas) oder 4—6 im Kranze darum (Microglena) und ergiessen ihren Inhalt jedenfalls in den Behälter (oder die sogen. Leibeshöhle Stein's). Letzterer wird sich dann wie bei den Eugleninen langsam entleeren.

Nach der Schilderung, welche Cienkowsky (134) von dem Vacuolensystem seiner Vacuolaria entwirft, ist es nicht unwahrscheinlich, dass sich hier ähnliche Verhältnisse wie bei den Coelomonadina finden, so dass diese zweigeisselige Form doch vielleicht nähere Beziehungen zu diesen wie zu den Chlamydomonadinen besitzt.

Mit Ausnahme der im Vorstehenden bei den Euglenoidinen geschilderten Einrichtungen zur Entleerung der Vacuolen nach aussen, sind bis jetzt bei den Flagellaten kaum Einrichtungen, Oeffnungen oder dergleichen nachgewiesen worden, durch welche die Entleerung der Vacuolen vor sich gehen könnte.

Nur Künstler beschrieb neuerdings an der contractilen Vacuole von Cryptomonas einen kurzen Kanal, welcher sich in die Mundöffnung ergiesse. Auch an den beiden contractilen Vacuolen von Carteria will er je einen kurzen Kanal beobachtet haben, der sich in die helle farblose Stelle hinter der Geisselbasis öffne (welche Stelle Künstler mit Stein als Leibeshöhle auffasst). Wir werden erst später sehen, dass diese sogen. Leibeshöhle ohne Zweifel kein Flüssigkeitsraum ist, wie der Behälter der Euglenen und es daher sehr unwahrscheinlich klingt, dass die contractilen Vacuolen der Chlamydomonadinen sich in dieselbe ergiessen.

Der Vorgang der Contraction verläuft ziemlich verschieden, indem er theils sehr rasch und plötzlich, theils dagegen langsamer bis recht allmählich geschehen kann, ohne dass man bis jetzt einen Grund für diese Verschiedenheit anzuführen wüsste.

Wenige Beobachtungen liegen bis jetzt über die Häufigkeit der Contractionen vor. Einige Mittheilungen von James-Clark (124) ergeben ziemliche Verschiedenheit in der Aufeinanderfolge der Contractionen für verschiedene Formen; so in der Minute bei Peranema 4—5 Mal, bei Bicosoeca 5—6 Mal, bei Oikomonas Termo 6 Mal und einer sehr nahe verwandten Form 12 Mal. Aus den umfangreichen Beobachtungen Cohn's

(86) über das Spiel der contractilen Vacuolen von Gonium pectorale geht hervor, dass sich bei verschiedenen Kolonien eine ziemliche Variabilität in der Zeitdauer zwischen zwei Contractionen der beiden Vacuolen findet. Die beobachteten Extreme bewegen sich zwischen 26 und 60 Sekunden*). Dagegen scheinen die Individuen einer und derselben Familie gewöhnlich dieselben Werthe zu ergeben. Meist contrahiren sich hier die beiden Vacuolen genau abwechselnd, d. h. die Contraction einer jeden erfolgt genau in der Mitte des Zeitraums zwischen zwei Contractionen der andern. Entsprechend scheinen sich auch die anderen Formen mit zwei und mehr Vacuolen zu verhalten. Zuweilen beobachtete aber Cohn auch Ausnahmen von dieser Regel, indem der Zeitraum zwischen den Contractionen der beiden Vacuolen a und b sich so verhielt, dass die Dauer zwischen den Contractionen von a und b halb so gross war, wie die zwischen den Contractionen von b und a. Cohn sucht diese Abweichung durch die Annahme zu erklären, dass hier drei statt zwei Vacuolen vorhanden gewesen seien, welche sich in gleichen Zeiträumen abwechselnd contrahirten. Jedoch gelang es ihm nie, die dritte Vacuole zu sehen. Da nun auch andre Beobachter des Gonium nie eine solche dritte Vacuole auffanden, so scheint es ziemlich zweifelhaft, ob die Cohn'sche Erklärung das Richtige getroffen hat. Auffallend ist zwar die Regelmässigkeit in den Zeiträumen zwischen den abwechselnden Contractionen, welche schwer in anderer Weise zu verstehen ist. Auch bei den Eugleninen findet Klebs ziemlich constante Zeiträume zwischen den aufeinanderfolgenden Contractionen der Vacuolen. Bei einer mittleren Temperatur von 18 — 20° C. beträgt dieser Zeitraum durchschnittlich 30 Sekunden. Bei Erhöhung der Temperatur (Euglena deses) folgen die Contractionen zunächst rascher aufeinander, bis zu einem Maximum, das etwa bei 32° C. liegt und wo die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Contractionen 22 Sekunden betrug. Hierauf sank die Contractionsfrequenz und erreichte bei 42° C. wieder 30 Sekunden Zwischenzeit. Bei 48° verlangsamten sich die Pulsationen sehr und hörten bei 50° auf. Bei Abkühlung soll die Euglene nicht mehr zum Leben zurückgekehrt, dagegen noch geringe Pulsationen der Vacuolen aufgetreten sein.

Die Forschungen über den Vorgang der Neubildung der Vacuolen nach der Systole sind noch wenig ausgedehnte. Während bei einigen Formen einfach eine kleine neue, allmählich hervorwachsende Vacuole an Stelle der verschwundenen entsteht, bildet sich bei einer Reihe anderer die Vacuole durch Zusammenfluss einiger kleiner neu entstandener. Derartiges beobachtete Bütschli bei Peranema und Tetramitus, Cienkowsky bei seiner Vacuolaria, Stein bei Mastigamoeba, Anisonema, Entosiphon und Petalomonas. Ferner erkannte Klebs, dass auch die Vacuolen der Eugleninen sich durch Verschmelzung zahlreicher kleiner bilden, die wie bei den von Stein beobachteten Fällen schon vor der Systole in einem

*) Bei Volvox beobachtete Busk etwa alle 40 Sekunden eine Contraction, fand jedoch gelegentlich auch das doppelte Intervall.

Kranz um die alte Vacuole entstehen *) und es scheint nicht zweifelhaft, dass dieser Vorgang auch sonst sehr verbreitet ist. Bei Hexamitus inflatus sah Bütschli die neue Vacuole nicht in abgerundeter Gestalt, sondern als einen länglichen Flüssigkeitsraum entstehen, der erst nachträglich kuglige Gestalt annahm.

Die Entstehung der Vacuole durch Zusammenfluss beweist für die Flagellaten wohl ebenso sicher, wie dies schon häufig für die Ciliaten geltend gemacht wurde, dass von einer besonderen Wandung der contractilen Vacuolen nicht die Rede sein kann.

Ich kann daher auch die neueren Untersuchungen Künstler's, welcher der Vacuole von Cryptomonas eine ziemlich dicke und scharf contourirte Membran zuschreibt, nicht für zutreffend erachten. Die Structur dieser Membran beschreibt er ähnlich vacuolös wie die Schlundwand und die Integumentschichten und hält sie für muskulös. Weiterhin glaubt aber Künstler auch noch Kanäle beobachtet zu haben, welche von der Vacuole ausgehend, sich im Körper nach vorn und hinten verbreiteten, ja der hintere verzweige sich und sei wahrscheinlich selbst contractil. Gelegentlich sah er auch zahlreiche Kanäle von der Vacuole sternförmig ausstrahlen. Obgleich an und für sich kein Grund vorliegt, die Existenz solcher Kanäle zu leugnen, indem ja ähnliches von gewissen Infusorien bekannt ist, so ist doch sehr zu beachten, dass andere und genaue Forscher bei Cryptomonas nie etwas derartiges sahen.

c) Die **Chromatophoren**. Bei sehr zahlreichen Flagellaten finden sich dem Plasma gefärbte Körper sehr verschiedener Grösse und Gestalt eingelagert, welche nach ihrem morphologischen und physiologischen Verhalten den sogen. Chromatophoren der Pflanzenzellen entsprechen. Nichts spricht für die Annahme, dass sich unter diesen gefärbten Körpern der Flagellaten vielleicht auch parasitische Eindringlinge pflanzlicher Natur befinden, wie dies bekanntlich in neuerer Zeit für die früher als Chromatophoren beanspruchten grünen, gelben und braunen Körper der Radiolarien, Infusorien und Zellen zahlreicher Metazoën nachgewiesen wurde. Alles spricht dafür, dass die Chromatophoren unserer Flagellaten dieselbe physiologische Bedeutung haben, wie die der echten Pflanzen. Sie sind Assimilationsorgane und bilden nachweislich ebenso Amylum wie die der Pflanzen. Es ist deshalb auch natürlich, dass wir bei den mit ihnen ausgerüsteten Flagellaten die Aufnahme geformter Nahrung vermissen.

Nur eine einzige sichere Ausnahme von dieser Regel ist mir bekannt, nämlich die von Stein erwiesene Aufnahme geformter Nahrung bei der mit ansehnlichen Chromatophoren versehenen Chrysomonas (Chromulina) flavicans. Die sonstigen gelegentlichen Angaben über die Nahrungsaufnahme grüner oder brauner Flagellaten halte ich für unsicher, dieselben sollen jedoch erst später einer Discussion unterworfen werden.

Der Bau der Chromatophoren ist übereinstimmend mit dem der pflanzlichen, doch erscheint es natürlich, dass gerade unsere kleinen Flagellaten bis jetzt nicht als besonders geeignete Objecte zum speciellen Studium der feineren Bauverhältnisse dienen konnten. Die Chromatophoren sind aus einem festweichen Plasma bestehende Körper, die, soweit bekannt,

---

*) Wie bei Peranema scheint es mir auch für Anisonema und Entosiphon unrichtig wenn Klebs bei diesen Formen von einer Haupt- und Nebenvacuole spricht.

sich stets scharf gegen das sie einschliessende Körperplasma abgrenzen. Eine feinpunktirte bis reticuläre Structur, wie sie an dem Plasmakörper der Chromatophoren der Pflanzen mehrfach beobachtet wurde, liess sich bis jetzt bei denen der Flagellaten noch nicht nachweisen. Dagegen konnte Klebs zeigen, dass die Chromatophoren der Eugleninen bei der Quellung häufig eine radiärstreifige Beschaffenheit annehmen und ist geneigt, hieraus auf eine feinere Zusammensetzung aus stärker und schwächer quellbaren radiären Streifen zu schliessen.

Die Färbung der Chromatophoren beruht auf einem ihren Plasmakörper gleichmässig durchtränkenden Farbstoff oder einem Gemisch mehrerer Farbstoffe. Dies ergibt sich leicht daraus, dass diese Farbstoffe mit Alkohol ausgezogen werden können, worauf die ungefärbte Grundsubstanz zurückbleibt.

Wie die pflanzlichen Chromatophoren zeigen auch die der Flagellaten eine ziemlich reiche Mannigfaltigkeit der Färbung, die vom reinen lichten Chlorophyllgrün, Dunkelgrün, Span- und Braungrün in reines Braun, Braungelb und schliesslich reines Gelb übergeht. Wahrscheinlich beruhen auch bei unsern Flagellaten die so mannigfach abgestuften Farbentöne auf der Vermischung verschiedener Farbstoffe, eines grünen, der sich dem eigentlichen Chlorophyll zunächst anschliesst und eines gelben bis braunen, der sich dem sogen. Diatomin der Bacillariaceen am meisten nähern dürfte. Wie bekannt, besitzen jedoch diese beiden Farbstoffe selbst wieder eine nahe Verwandtschaft unter einander. Dass eine solche Mischung zweier Farbstoffe in den braungrünen bis gelben Chromatophoren, ähnlich wie in denen der Bacillariaceen, die ihnen auch morphologisch häufig sehr ähnlich sind, vorliegt, ergibt sich wie bei den letzteren daraus, dass bei Behandlung mit Alkohol die rein grüne Chlorophyllfärbung hervortritt. Wahrscheinlich wird also wie bei den Bacillariaceen durch den Alkohol zunächst ein brauner bis gelber Farbstoff entfernt, worauf die Chlorophyllfärbung, die durch ihn verdeckt wurde, sichtbar wird.

Rein grüne Chlorophyllfärbung ist stets charakteristisch für die in grosser Zahl vorhandenen, meist kleinen Chromatophoren oder Chlorophyllkörner, wie sie sich ausschliesslich in der Gruppe der Euglenoidina (Fam. Coelomonadina, Euglenina und Chloropeltina) finden. Als Seltenheit begegnen wir in der Familie der Coelomonadina auch wenigen Formen mit grösseren braunen Chromatophoren (Chrysomonas). Ebenso ausschliesslich herrscht die reine Chlorophyllfarbe in den Familien der Chlamydomonadina und Volvocina, dagegen wird dieselbe hier nicht durch kleine, sondern relativ sehr ansehnliche und meist nur in Einzahl vorhandene Chromatophoren bewirkt. Die gelbe, braune bis braungrüne Färbung fand sich bis jetzt nur bei relativ grösseren plattenförmigen Chromatophoren. Wir begegnen ihr unter den Monadinen in der Familie der Dinobryina, unter den Isomastigoda in den Familien der Chrysomonadina und Cryptomonadina.

Wie schon aus dieser Aufzählung hervorgeht, scheint die Verbreitung der Chromatophoren durchaus keine durchgreifende systematische Bedeutung zu besitzen und diese Erfahrung wird durch die nicht seltene Erscheinung bestätigt, dass bei nächstverwandten Formen die Chromatophoren theils vorhanden sind, theils fehlen, ja dass sogar zuweilen eine gefärbte Art gelegentlich farblos getroffen wird, wenngleich es in diesem Falle bis jetzt unsicher ist, ob die Chromatophoren hier immer wirklich fehlen oder nur des Farbstoffs entbehren. Bei den ungefärbten Varietäten der Eugleninen (Euglena, Phacus, Trachelomonas) scheint nach Klebs eine völlige Degeneration der Chromatophoren eingetreten zu sein.

Die Lage der Chromatophoren im Plasma scheint stets den Anforderungen ihrer Function, welche ja unter Mitwirkung des Lichtes eintritt, zu entsprechen. Das heisst, sie liegen stets peripherisch, dicht unter der Körperoberfläche. Dies tritt nur in solchen Fällen nicht deutlich hervor, wo ein grosses Chromatophor gewissermaassen den ansehnlichsten Theil des Körpers bildet. Im Allgemeinen scheint weiterhin ihre Lage im Körper eine ziemlich feste zu sein, was sich, wie dies seiner Zeit schon für die Eugleninen und Verwandte angedeutet wurde, wohl dadurch erklären lässt, dass die peripherischen Chromatophoren in eine etwas festere, ectoplasmatische Rindenschicht eingeschlossen sind. Für die übrigen Formen tritt dies nicht deutlich hervor und es ist auch bis jetzt wohl kaum genauer darauf geachtet worden, ob nicht gelegentlich Verschiebungen der Chromatophoren stattfinden.

Wenden wir uns jetzt zu einer etwas genaueren Darstellung der Gestaltungsverhältnisse der Chromatophoren. Wie schon bemerkt, finden wir fast stets zahlreiche kleine bei den Familien der Eugleninen, Chloropeltinen und den Coelomonadinen. Die Chromatophoren sind hier gewöhnlich kleine meist kreisrunde, seltner etwas ovale Scheibchen, welche sich in einfacher Schicht, meist dicht nebeneinandergelagert unter der Cuticula finden. Gegen das Innere des Körpers springen sie häufig etwas halbkuglig vor, während ihre äussere Fläche mehr eben ist. In ihren Grössenverhältnissen schwanken die Scheibchen ziemlich, die grössten von ca. 0,004 Mm. Durchmesser besitzt die Gattung Colacium (ähnlich auch Euglena deses nach Stein).

Dennoch finden sich bei einigen Euglenen auch Gestaltungsverhältnisse der Chromatophoren, die zu denjenigen der übrigen Flagellaten überleiten. Bei gewissen Formen werden sie nach Klebs' Untersuchungen mehr stäbchen- bis bandförmig, so speciell bei der Euglena sanguinea, deren zahlreiche kurz stäbchenförmige Chromatophoren radiär in dichter Lage unter der Oberfläche zusammengeordnet sind. Länger bandförmig gestreckt erscheinen sie bei der von Klebs als typische Euglena viridis aufgefassten Form und zeigen gleichzeitig eine sehr seltsame Gruppirung, indem sie von einem im Centrum des Körpers gelegnen Häufchen der später zu schildernden Paramylonkörner in der peripherischen Schicht des Körperplasmas nach vorn und hinten ausstrahlen, sich jedoch schliess-

lich bogenförmig umkrümmen und bis zu dem Körnerhaufen wieder zurückbiegen. Wenigstens verstehe ich so die etwas unklare Beschreibung und Abbildung von Klebs. Nicht selten sind jedoch die Chromatophoren dieser Form auch etwas unregelmässig gestaltet, erscheinen geschlitzt und gelappt, ja es vermögen sich einzelne Lappen abzuschnüren und rundliche Scheibchen zu bilden, woraus vielleicht zu schliessen ist, dass solche Gestaltungen überhaupt mit der Vermehrung der Chromatophoren zusammenhängen.

Eine irrige Auffassung vom Bau der Chromatophoren dieser Eugl. viridis entwickelte dagegen Schmitz (194), der die ganze Chromatophorengruppe derselben als ein einheitliches sternförmiges Chromatophor auffasst. Seltsamer Weise schreibt Schmitz auch der grossen E. oxyuris zwei solche sternförmige Chromatophoren zu, die sich um die später zu erwähnenden zwei grossen Paramylonkörper derselben gruppiren sollen; mit Stein und Klebs muss ich jedoch diese Auffassung als ganz irrig zurückweisen, da diese Art wie die Mehrzahl ihrer Verwandten einfach scheibenförmige kleine Chromatophoren besitzt.

Die grösste Annäherung an die Verhältnisse der übrigen Flagellaten zeigt jedoch die E. pisciformis Kl., welche nur zwei bis vier relativ sehr grosse, langgestreckt band- bis plattenförmige Chromatophoren besitzt, die im peripherischen Plasma, ganz wenig schief zur Längsaxe den Körper von vorn nach hinten durchziehen.

Hieran reihen sich nun, wie bemerkt, die übrigen chromatophorenhaltigen Flagellaten, bei welchen stets nur 1—2 relativ sehr ansehnliche Chromatophoren vorhanden sind.

Häufig ist zunächst die Zweizahl. Ihr begegnen wir einmal bei den Dinobryinen (T. 42, 1—2), bei welchen die beiden grünen bis braunen Farbstoffkörper meist eine etwas unregelmässige bis bandförmig verlängerte und abgeplattete Gestalt besitzen und an entgegengesetzte Seiten des Körpers sich lagern. Doch ist ihre Stellung keine so regelmässige wie dies gewöhnlich bei den folgenden Abtheilungen zu beobachten ist, ja sie sind zuweilen sogar so verschoben, dass sie sich in das Vorder- und Hinterende einlagern.

Zwei solch plattenförmige Chromatophoren zeichnen auch die Chrysomonadinen aus (T. 43, 1—3), bei denen sie sich jedoch regelmässig über die gesammte Länge der Körperseiten erstrecken und sich mit ihren Längsrändern so nähern (indem sie je eine Seitenhälfte des Körpers mantelartig umgreifen), dass nur ein schmaler ungefärbter Zwischenraum zwischen ihnen bleibt. Es ist natürlich schwierig, diese Längsränder der Platten scharf zu beobachten, da ihre Färbung sehr schwach ist. Am deutlichsten treten stets die optischen Durchschnitte der Platten längs der Seitenränder hervor, und Stein's Abbildungen zeigen auch gewöhnlich nur diese.

Ganz gleiche Verhältnisse treffen wir ferner bei der Gattung Cryptomonas (T. 45, 10a), wo die beiden Platten gewöhnlich die Seitenflächen so völlig überdecken, dass nur auf der Bauch- und Rückseite eine zarte ungefärbte Zwischenlinie bleibt.

Stein's Abbildungen zeigen jedoch auch z. Th. eine etwas unregelmässigere Gestaltung der beiden Platten; auch scheint es etwas zweifelhaft, ob unsere Form nicht zuweilen auch nur eine einzige Platte besitzt.

Aus den oben schon hervorgehobnen Gründen ist es nämlich häufig etwas schwierig zu entscheiden, ob eine oder zwei Platten vorhanden sind; wenn nämlich, wie sich dies auch findet, eine einfache Platte den grösseren Theil des Körpers umzieht, so gibt sie gleichfalls zwei optische Durchschnitte, welche leicht für zwei getrennte Platten gehalten werden können. So scheint es denn nach Stein's Abbildungen zweifelhaft, ob sich z. B. bei Microglena punctifera (T. 48, 5) wirklich zwei Platten finden und bei der Chromulina (Chrysomonas) flavicans (T. 40, 6a), wo er von zwei braunen Längsbändern spricht, glaube ich nach den Abbildungen fast sicher, dass sich nur eine Platte findet, deren optische Durchschnitte die beiden braunen Längsbänder darstellen.

Wie schon bemerkt, wird das einfache Chromatophor nicht selten so gross, dass es in Plattengestalt nahezu die gesammte Oberfläche des Körpers unterlagert und nur einseitig ein Zwischenraum zwischen den sich entgegenstehenden freien Rändern der Platte bleibt. Solche Chromatophoren bieten der Entzifferung ihrer Gestalt erhebliche Schwierigkeiten dar und da derartige Flagellaten allseitig gefärbt erscheinen, so veranlassen sie leicht die irrige Vermuthung, dass die Färbung ihrem gesammten Plasma inhärire. Diese Ansicht war denn auch bis in die neueste Zeit für die Chlamydomonadina und Volvocina allgemein adoptirt, bis zuerst Schmitz (194) darauf hinwies, dass auch diese Formen ihre Färbung sicherlich einem Chromatophor verdanken, welches jedoch relativ so ansehnlich ist, dass es die Hauptmasse des Körpers bildet. Auch ich hatte mir selbstständig die gleiche Ansicht gebildet, zu der ich zuerst durch die Untersuchung des Chlamydomonas viridis St. geführt wurde. Bei dieser Form (T. 43, 8) existirt nämlich etwa die oben schon geschilderte Gestalt des einfachen Chromatophors, welche bewirkt, dass der Körper auf den Seiten zwei dunkelgrüne Längsbänder aufweist, während die mittlere Region lichtgrün gefärbt ist, da hier das Licht nur eine geringere Dicke des Chromatophors passirt. Der optische Querschnitt zeigt hier jedoch deutlich das einfache zusammengekrümmte Chromatophor.

Etwas anders ist dagegen der Bau und die Lagerung des einfachen Chromatophors des Chlamydomonas pulvisculus und der ganz entsprechenden Carteria und Gonium sociale (Dj. sp.). Hier (T. 43, 6a; 45, 2) besitzt dasselbe nahezu die Gestalt und Grösse des Körpers, den es fast vollständig erfüllt. Nur in der Vorderregion, hinter der Geisselbasis ist das Chromatophor etwa kuglig ausgehöhlt und in dieser Aushöhlung finden wir überhaupt die einzige grössere Ansammlung des Körperplasmas und darin denn auch natürlich den Kern, sowie die contractilen Vacuolen. Es dürfte zwar keiner Frage unterliegen, dass auch äusserlich das Chromatophor von einer sehr zarten Plasmalage umschlossen wird, doch wurde bis jetzt der Nachweis derselben kaum mit Sicherheit geführt; jedenfalls ist sie nur äusserst dünn.

Die helle Aushöhlung im Chromatophor der geschilderten Formen war den früheren Beobachtern, namentlich Cohn und Stein nicht entgangen; Cohn bezeichnet sie als einen

wasserhellen Hohlraum, Stein dagegen als Leibeshöhle, eine Auffassung, welche in keiner Beziehung gerechtfertigt erscheint.

Bei den übrigen Chlamydomonadinen und Volvocinen fehlt es bis jetzt an einer eingehenden Untersuchung der Vertheilung des Farbstoffes, weshalb sich nicht mit gleicher Sicherheit erweisen lässt, dass auch sie in analoger Weise ein sehr ansehnliches Chromatophor besitzen, und die scheinbar gleichmässige Färbung nicht existire. Mit Schmitz halte ich dies jedoch für unzweifelhaft.

Hierfür spricht denn auch, dass sich bei vielen hierhergehörigen Formen die Grünfärbung nicht ganz gleichmässig über das gesammte Plasma ausdehnt, sondern das vordere Körperende häufig, wenn nicht vielleicht regelmässig aus ungefärbtem Plasma besteht. So findet sich ein ungefärbtes, sogen. Schnabelspitzchen, welches die Geisseln trägt, regelmässig bei Haematococcus. Gelegentliche Betrachtung des H. lacustris zeigte mir aufs deutlichste die Gegenwart eines einfachen peripherischen Chromatophors, das wahrscheinlich einen vorn und hinten geöffneten breiten Ring darstellt. Die hintere Oeffnung blieb etwas zweifelhaft, so dass das Chromatophor vielleicht auch zuweilen oder immer eine tief ausgehöhlte Becherform besitzt. Bei Volvox dehnt sich die grüne Färbung gewöhnlich nicht auf die Vorderregion der Zellen aus. Bei den aus dem Ruhezustand hervorgegangenen nackten Schwärmzellen der Stephanosphaera zeichnen Cohn und Wichura im Vorderende einen hellen Raum, welcher verräth, dass der Bau des Chromatophors hier ganz den Verhältnissen bei Chlamydomonas pulvisculus entspricht, wogegen die umhüllten Schwärmzellen das hyaline Schnabelspitzchen des Haematococcus aufweisen. Aus diesen Daten und mancherlei ähnlichen, nur unbestimmteren scheint mir die Richtigkeit unserer Annahme mit hinreichender Gewissheit hervorzugehen.

Eine recht interessante Erscheinung ist, dass bei sehr nahe verwandten Formen Chromatophoren theils vorhanden sind, theils fehlen, ja dass sogar eine gewöhnlich gefärbte Art zuweilen ganz farblos angetroffen wird. Letzterer Fall wurde speciell bei der Gattung Euglena durch zahlreiche Forscher constatirt; schon Ehrenberg beschrieb eine farblose Euglena viridis als besondere Art (E. hyalina) und namentlich bei Eugl. acus gibt es häufig farblose Individuen; Stein erblickt in diesen letzteren irriger Weise sogar eine geschlechtliche Generation. In entsprechender Weise treten auch gewisse Phacus- und Trachelomonasarten chlorophyllfrei auf, was z. Th. schon Perty beobachtete und Klebs genauer ermittelte.

Weiterhin begegnen wir in der Familie der Chlamydomonadina der stets farblosen Gattung Polytoma, die nur Schneider (84) zuweilen grün getroffen haben will, was jedoch möglicherweise nur auf Verwechslung mit Chlamydomonas beruhte, welcher Gattung Cohn die Polytoma sogar einreihen wollte. Aehnliches bietet auch die Familie der Cryptomonadinen dar, deren Gattung Chilomonas nur durch ihre Farblosigkeit von der gefärbten Cryptomonas unterschieden ist.

In den beiden letzterwähnten Fällen hängt die Farblosigkeit aufs Entschiedenste mit der Lebensweise zusammen, denn sowohl Polytoma wie Chilomonas leben in faulenden Flüssigkeiten und ihre Ungefärbtheit erklärt sich daher wie die zahlreicher Pflanzen durch saprophytische Ernährung. Neuerdings konnte denn Klebs zeigen, dass auch andere Chlamydomonadinen unter entsprechenden Bedingungen ganz

chlorophyllfrei und farblos auftreten können, so Chlorogonium und Carteria, ja es hat den Anschein, dass diese farblosen Vertreter der beiden Gattungen nur Varietäten der gefärbten Arten sind. Weiterhin behauptete auch schon Perty, dass der gewöhnliche Haematococcus gelegentlich chlorophyllfrei vorkomme. Ebenso hat Klebs für die farblosen Eugleninen ziemlich sicher nachgewiesen, dass sie vorwiegend in faulenden Flüssigkeiten auftreten und sich daher jedenfalls in entsprechender Weise ernähren.

Wie schon früher bemerkt wurde, scheint bei diesen ungefärbten Repräsentanten gefärbter Flagellaten eine völlige Rückbildung der Chromatophoren eingetreten zu sein. Immerhin dürften jedoch vielleicht auch Fälle getroffen werden, wo die Chromatophoren noch erhalten, aber ihres Farbstoffes beraubt sind, da derartiges bei gewissen Pflanzen nicht selten beobachtet wurde.

Wie bei den echten Pflanzen, finden wir auch bei den gefärbten Flagellaten eine Vermehrung der Chromatophoren durch Theilung. Deshalb dürfen wir auch für diese die neuere Erfahrung der Botaniker acceptiren: dass niemals Neubildung der Chromatophoren, sondern nur eine Vermehrung durch Theilung sich finde. Das Nähere über den Theilungsvorgang der Chromatophoren, soweit derselbe bei unseren Flagellaten bis jetzt verfolgt wurde, lässt sich besser erst bei der Fortpflanzung besprechen.

d) P y r e n o i d e und A m y l u m e i n s c h l ü s s e der Chromatophoren. In den grünen Chromatophoren der Chlamydomonadinen und Volvocinen beobachtet man gewöhnlich ein oder auch mehrere stärker lichtbrechende Körperchen. Diese schon sehr frühe beobachteten Einschlüsse wurden ursprünglich als Chlorophyllbläschen (Nägeli) bezeichnet, da sie scheinbar intensiver grün gefärbt sind, eine Erscheinung, welche jedoch sicher nur daher rührt, dass sie dunkler wie die umgebende Chromatophormasse aussehen, nicht jedoch auf eigener Färbung. Später, als man erkannte, dass sich diese Körperchen mit Jod bläuen und also Stärkeeinschlüsse sind. bezeichnete man sie als Amylumkerne (de Bary). Manchmal wurden sie auch als Zellkerne beansprucht, so ursprünglich von Carter, Fresenius und anderen. In neuerer Zeit erhielt diese Ansicht noch die Unterstützung weiterer Forscher, auf Grund besonderer Bauverhältnisse dieser Einschlüsse. Erst in neuester Zeit aber wurde ihr Bau genauer erforscht; zwar hatte man schon lange beobachtet, dass sie aus einer dunkleren und meist nicht sehr dicken Aussenzone bestehen, die einen helleren Inhalt umschliesst, also einen bläschenförmigen Bau zeigen, doch erst durch Cohn (162) und später Schmitz (192) wurde sicher festgestellt, dass nur die äussere Zone aus Amylum bestehe, der Inhalt dagegen aus einer Substanz von plasmatischem Charakter, die sich gewöhnlich durch ihre intensive Tingirbarkeit auszeichnet.

Derartige Einschlüsse sind, wie bekannt, in den Chromatophoren der Algen sehr verbreitet und finden sich hier auch, wie Schmitz gezeigt

hat, häufig ohne eine Amylumhülle. Letztere ist nämlich sicher ein Product, welches erst nachträglich und wahrscheinlich unter dem directen Einfluss des tingirbaren Centralkörpers zur Entwicklung kommt. Schmitz bezeichnet diesen Centralkörper daher als das Pyrenoid, welches demnach sehr gewöhnlich durch Ablagerung von Amylum auf seiner Oberfläche zu einem sogen. Amylumherd wird.

Soweit die Erfahrungen bei den Chlamydomonadinen und Volvocinen reichen, scheinen bei ihnen nackte Pyrenoide ohne Amylumhülle noch nicht beobachtet zu sein. Fast stets besitzt das homogen und matt erscheinende Pyrenoid eine zusammenhängende, gewöhnlich nur mässig dicke Amylumhülle. Nur bei Haematococcus lacustris beobachtete ich eine deutliche Zusammensetzung der Hülle aus kleinen Körnchen, wie bei den Algen gewöhnlich. Obgleich nun nicht zu verkennen ist, dass die Kleinheit unserer Wesen die Erkennung eines solchen Aufbaus der Amylumhülle sehr erschwert, halte ich es doch für wahrscheinlicher, dass die Stärkeschicht hier gewöhnlich eine zusammenhängende ist. Wahrscheinlich dürfte sie jedoch ursprünglich auch durch Verschmelzung gesonderter, sehr kleiner Amylumkörnchen entstanden sein, wofür die Erfahrungen bei den Algen sprechen.

Bei den grünen Eugleninen finden sich Pyrenoide verhältnissmässig selten. Doch scheint zuerst Stein ihr Vorkommen bei der Gattung Colacium festgestellt zu haben, wo sie nach seinen Abbildungen in jeder Hinsicht den seither besprochnen gleichen und sogar eine Hülle aus gewöhnlichem Amylum besitzen sollen, was, wie wir sehen werden, für eine Euglenine sehr wenig wahrscheinlich ist.

Bei gewissen Euglenenarten sowie den Angehörigen der Gattung Trachelomonas hat Klebs die Existenz der Pyrenoide neuerdings erwiesen. Stets findet sich hier nur ein Pyrenoid in einem Chromatophor, jedoch in etwas eigenthümlicher Lagerung. Während es bei den seither besprochenen Formen wie bei den Algen ganz in die Masse des Chromatophors eingebettet ist, bleibt es hier auf den beiden Flächen des scheiben- resp. bandförmigen Chromatophors unbedeckt und springt halbkuglig über diese Flächen empor. Klebs schien es sogar, dass diese Pyrenoide eigentlich aus zwei Hälften zusammengesetzt seien, indem die Chromatophorenmasse in einer dünnen Lage die Mitte des kugligen Pyrenoids durchsetze.

Selten ist das Pyrenoid der Eugleninen nackt (Eugl. deses), gewöhnlich besitzt es auch hier eine Hülle, welche jedoch aus dem später genauer zu erörternden Paramylum besteht. Entsprechend der Bau- und Lagerungsweise der Pyrenoide ist diese Paramylumhülle jedoch keine kugelschalig zusammenhängende, sondern besteht aus zwei halbkugligen Schalen, welche den beiden halbkugligen Vorsprüngen des Pyrenoids so dicht aufsitzen, dass nur ein schmaler heller Zwischenraum zwischen der Pyrenoidoberfläche und der Schale bemerkbar ist.

Die meist intensive Tingirbarkeit der Pyrenoide liess auch Cohn 1878 vermuthen, dass sie die Zellkerne seien, eine Ansicht, welche

Reinhardt (157) schon zwei Jahre früher für Chlamydomonas entwickelt hatte. Schmitz dagegen, dem nicht unbekannt ist, dass unsre Formen stets einen echten Zellkern besitzen, hat die Ansicht, dass die Pyrenoide den Nucleoli vergleichbar seien und scheint daher auch geneigt, die Chromatophoren sammt ihren Pyrenoiden den Zellkernen an die Seite zu stellen.

Inwiefern eine solche Auffassung, die ganz neue Gesichtspunkte für die Zellenlehre einschliesst, gerechtfertigt erscheint, ist hier zu untersuchen nicht der Ort, jedenfalls ist die selbstständige Vermehrungsfähigkeit der Chromatophoren für diese Frage recht bemerkenswerth.

Wie bei den Algen schwankt auch die Zahl der Pyrenoide in den Chromatophoren unserer Flagellaten. Häufig begegnen wir nur einem einzigen, so bei den meisten Formen von Chlamydomonas, Carteria, Phacotus, bei Gonium, Pandorina, Eudorina (häufig), Volvox und den Eugleninen durchaus. Dennoch ist diese Regel keine durchgreifende, wenigstens fanden Carter (1858), Stein und ich bei Eudorina vier und mehr gleichzeitig vor und ähnlich verhält sich auch Carteria. Andre Formen besitzen dagegen gewöhnlich zwei bis mehrere Amylumherde. So finden sich in den Zellen der Stephanosphaera regelmässig zwei, welche sich symmetrisch vor und hinter den Kern lagern. Auch die interessante Chlamydomonas obtusa A. Braun sp. (= grandis St.) besitzt zuweilen zwei entsprechend gelagerte Amylumherde, häufig dagegen eine grössere Zahl (bis zu sieben etwa), welche sich dann unregelmässig vertheilen (T. 43, 10) und ganz ähnlich verhält sich auch Chlorogonium. Interessant ist jedoch, dass Chlamyd. obtusa gelegentlich auch nur einen einzigen Amylumherd besitzt, welcher dann wie bei den oben angeführten Formen hinter dem Kern liegt. Auch Haematococcus lacustris enthält gewöhnlich eine grössere Anzahl Pyrenoide (T. 43, 9b) (weshalb auch die oben geschilderte Chlamydomonas häufig mit der Gattung Haematococcus vereinigt wurde).

Die aufgezählten Vorkommnisse zahlreicher Pyrenoide machen es von vornherein wahrscheinlich, dass dieselben vermehrungsfähig sind, was durch directe Beobachtung vielfach bestätigt wurde. Schon Cohn hatte 1854 gezeigt, dass sich das einfache Pyrenoid von Gonium vor jeder Zweitheilung dieser Flagellate selbst durch Theilung verdopple. Carter bestätigte dies 1858 und 59 für Chlamydomonas und dies veranlasste ihn ursprünglich, die Pyrenoide für Zellkerne zu halten, bis er sich von ihrer Amylumhülle überzeugte. Eine rasche Vermehrung der Stärkekügelchen hatte übrigens schon Busk 1852 in den sich entwickelnden Parthenogonidien des Volvox beobachtet, ohne jedoch festzustellen, ob dieselbe durch Theilung der schon vorhandenen geschehe. Cohn erwies 1875 das Gleiche für Volvox, 1878 für Gonium sociale und Tetraselmis, und fand jetzt, dass die Theilung der Zelle und des Pyrenoids ganz gleichzeitig geschehe, d. h. das letztere gewissermaassen durch Einschnürung des Zellplasmas in zwei Hälften durchschnitten werde. Dagegen zeichnet Stein die Vermehrung der Amylumherde bei Chlamydomonas

pulvisculus und Eudorina wie Carter vor der eigentlichen Theilung der Zelle.

Die neueren Beobachtungen über die Pyrenoide der Algen ergeben nun, dass deren Vermehrung auch hier sehr gewöhnlich durch Theilung geschieht und dass dieser Theilungsprocess bald mehr der Schilderung Carter's, bald mehr der Cohn's entsprechend verläuft. Gewöhnlich streckt sich das kuglige Pyrenoid hierbei etwas in die Länge und zerfällt alsdann durch eine mittlere Einschnürung in zwei Theile. Dabei folgt auch die Stärkehülle der Längsstreckung und wird gleichfalls in zwei Hälften auseinander gezogen, welche nun, nach den Beobachtungen von Schmitz als halbkuglige, also ungeschlossene Kappen die beiden neuen Pyrenoide bedecken. Rasch vollzieht sich dann aber ihre Vervollständigung zu geschlossenen Hüllen, indem neue Amylumkörnchen an den unbedeckten Stellen der Pyrenoide entstehen und die Lücke in der Hülle ausfüllen. Bei unseren Flagellaten ist bis jetzt über das genauere Verhalten der Amylumhülle bei der Theilung der Pyrenoide nichts Sicheres ermittelt worden. Dagegen wurden namentlich von Stein mehrfach Pyrenoide beobachtet, welche statt der gewöhnlichen kugligen eine längsgestreckte, ovale bis sogar bandförmige Gestalt besassen. Wir finden Derartiges abgebildet bei Tetraselmis und Eudorina, deren Pyrenoide gewöhnlich eine kuglige Gestalt besitzen, und es dürfte kaum einem Zweifel unterliegen, dass diese länglichen Pyrenoide Theilungszustände waren.

Zweifelhafter ist dies für die sogen. Chlamydomonas monadina Ehrb. sp., welcher sich nach Stein wesentlich dadurch von der gewöhnlichen Chlam. pulvisculus unterscheidet, dass sie ein bandförmig ausgezogenes Pyrenoid besitzt, welches etwa im Aequator gelegen, sich parallel der Körperoberfläche zusammenkrümmt, so dass seine Enden nahezu zusammenstossen.

Aehnliche Formen, welche ich beobachtete, zeigten keine Krümmung des Bandes, dagegen in den beiden etwas angeschwollnen Enden deutlich ein helleres Pyrenoid, so dass ich dieses Band auch als einen in Theilung begriffenen Amylumherd beurtheilen möchte, in welchem das eigentliche Pyrenoid schon in zwei neue zerfallen ist, die noch durch einen bandartig ausgezogenen Amylumstreif in Verbindung stehen. Ich neige mich dieser Ansicht um so mehr zu, da sich gleichzeitig mit diesen Formen andere fanden, welche theils einen einfachen runden Amylumherd, theils deren zwei enthielten. Nicht ganz sicher erscheint es daher auch, ob die Chlamydomonas monadina wirklich specifisch von der gewöhnlichen Chlam. pulvisculus geschieden ist.

Eine selbstständige Neubildung von Pyrenoiden, wie sie neben der Vermehrung durch Theilung bei den Algen von Schmitz behauptet wird, entbehrt für die Flagellaten bis jetzt noch des Nachweises, jedoch liegt auch kein Grund vor, ähnliche Verhältnisse bei denselben zu leugnen.

An die im Vorhergehenden besprochene Amylumerzeugung in den Chromatophoren, schliesst sich die Frage an, ob die Stärkebildung nicht auch unabhängig von Pyrenoiden in oder ausserhalb der Chromatophoren vorkommt, wofür ja bei pflanzlichen Organismen zahlreiche Beweise sprechen. Leider ist für die genaue Feststellung dieser

Frage bis jetzt wenig geschehen. Mancherlei Angaben liessen sich zwar anführen, welche das Vorkommen kleiner Stärkekörnchen in den Chromatophoren, resp. dem ungefärbten Plasma zu erweisen scheinen, doch lassen es diese aus früherer Zeit stammenden Angaben unentschieden, ob Amylumherde oder einfache Stärkekörnchen vorlagen.

So will Cohn in den Volvoxzellen gewöhnlich ein einziges Stärkekörnchen beobachtet haben; auch mancherlei Beobachtungen am Haematococcus könnten dafür angeführt werden, dass hier kleine Stärkekörnchen zuweilen neben den Amylumherden vorhanden sind.

Stärkekörner gewöhnlicher Beschaffenheit finden wir meist reichlich bei der Gattung Cryptomonas, doch ist deren Sitz bis jetzt noch etwas fraglich.

Sowohl aus eigener Anschauung, wie aus den Angaben Strasburger's (170) und den Zeichnungen Stein's schien hervorzugehen, dass die Stärkekörner hier nicht den beiden Chromatophorenplatten, sondern dem inneren farblosen Plasma eingelagert sind. Dem steht jedoch die Angabe Künstler's gegenüber, dass die Amylumkörner der tiefsten der drei von ihm unterschiednen Schichten der Farbstoffplatten eingelagert seien. Ich glaube jedoch kaum, dass diese Angabe richtig ist, da sowohl Stein wie Strasburger die Körner häufig dicht neben dem Schlund sahen, was nicht mit ihrer Lage in den Chromatophoren zu vereinigen ist. Auch findet sich kaum eine einzige Zeichnung, auf der ein Korn im optischen Schnitt einer Chromatophore erschiene.

Sowohl die Zahl wie die Grösse der Amylumkörner ist bei unserer Gattung sehr verschieden; häufig finden sich nur einige wenige ziemlich ansehnliche, nicht selten dagegen auch sehr zahlreiche kleine, so dass das Innere ganz grobkörnig erscheint. Derartige Zustände scheint Künstler allein gesehen zu haben und er lässt diese Körner, wie gesagt, in einer einfachen Schicht dicht neben einander gelagert die gesammte innere Lage der Chromatophoren durchsetzen.

Von besonderem Interesse ist die Erfahrung, dass sich echtes Amylum auch bei gewissen farblosen Flagellaten in reichlicher Menge vorfindet und zwar sicher als ein Stoffwechselproduct, nicht etwa als aufgenommene Nahrung. Interessanter Weise sind die Formen, welche dies zeigen, saprophytische nächste Verwandte gefärbter Flagellaten. Zunächst wäre Chilomonas zu erwähnen, die, wie schon früher bemerkt, mit Ausnahme ihrer Farblosigkeit mit Cryptomonas nahezu identisch ist. Bei einigermaassen günstiger Ernährung, d. h. in gehaltreichen Infusionen, finden wir eine dichte Lage ziemlich ansehnlicher Amylumkörner direct unter der Hautschicht unsrer Wesen. Nicht selten sind jedoch die Körner spärlicher vorhanden, ja bei schlechter Ernährung, in alten Infusionen, kann schliesslich die Stärke auch völlig schwinden, weil ohne Zweifel die Bedingungen für ihre Neuerzeugung fehlen und die als eine Art Reservenahrung aufgehäufte, verbraucht wurde.

Ganz entsprechende Verhältnisse zeigt die Gattung Polytoma, eine saprophytisch lebende Chlamydomonadine. Auch sie speichert unter günstigen Ernährungsbedingungen, wie Ant. Schneider zuerst nachwies, grosse Mengen Stärkekörner in ihrem Körper auf. Zunächst häufen sich dieselben im Hinterende an (T. 43, 4a), erfüllen jedoch schliesslich bei recht reichlicher Ernährung den gesammten Körper.

Ferner lässt sich auch hier wie bei Chilomonas beobachten, dass unter ungünstigen Ernährungsbedingungen die Amylumkörnchen allmählich schwinden und die Polytomen endlich zu Grunde gehen.

Neuerdings gelang es denn auch Klebs in den von ihm beobachteten saprophytischen farblosen Vertretern der Gattungen Chlorogonium und Carteria zahlreiche echte Amylumkörnchen nachzuweisen. Bei der Carteria finden diese sich ganz wie bei Chilomonas in einer peripherischen Schicht unter der gesammten Körperoberfläche.

Paramylum. |In der umfangreichen Abtheilung der Euglenoidinen konnte bis jetzt trotz der häufigen Gegenwart des Chlorophylls meist keine echte Stärke aufgefunden werden. Eine Ausnahme könnte nur die Gattung Colacium (wahrscheinlich nur das C. calvum) bilden, wo sich nach Stein, wie früher erwähnt, ein Amylumherd in jedem Chromatophor findet*). Künstler will auch bei Phacus in den Chromatophoren je ein kleines Amylumkorn beobachtet haben, was ich jedoch nach eignen Erfahrungen für unrichtig halte.

Dagegen findet sich nun in unserer Abtheilung weit verbreitet ein anderes Kohlehydrat, welches zwar die gleiche empirische Zusammensetzung $C_6H_{10}O_5$ wie Amylum besitzt, jedoch im Uebrigen sehr wesentlich von dem gewöhnlichen Amylum abweicht und sich in manchen Beziehungen der Cellulose nähert. Gottlieb, welcher schon 1851 diesen Körper bei der Euglena viridis eingehender chemisch studirte, nannte ihn Paramylon und diese Bezeichnung hat sich allmählich eingebürgert, wenngleich den meisten späteren Beobachtern die Herkunft dieses Namens unbekannt blieb. Wie das Amylum findet sich auch das Paramylum sowohl bei grünen wie ungefärbten Euglenoidinen vor und zwar ist es bei den ersteren (mit eventueller Ausnahme der oben namhaft gemachten Fälle) durchaus verbreitet**), wogegen die farblosen es nicht immer aufweisen. Doch ist es sicher constatirt bei farblosen Varietäten von Euglena, bei der gewöhnlich farblosen oder doch sehr chlorophyllarmen Gattung Menoidium (wahrscheinlich auch der verwandten Atractonema), Rhabdomonas und gewissen farblosen sogen. Astasiaformen von Klebs. Auch bei der farblosen Peranema haben Stein und Klebs häufig Paramylonkörnchen constatirt. Es ist jedoch fraglich, ob dasselbe von ihr erzeugt oder nur als Nahrung aufgenommen wurde. — Ausserhalb der Gruppe der Euglenoidina wurde, wie bemerkt, das Paramylum noch nie sicher aufgefunden, nur Cohn (1850) beobachtete in den schwärmenden Haematococcuszellen zuweilen glänzende Körperchen, die er wahrscheinlich richtig mit den Paramylumkörnern der Euglenen verglich.

Chemisch unterscheiden sich, wie gesagt, die Paramylumkörner sehr wesentlich von dem Amylum, zunächst durch ihre gänzliche Untingirbar-

*) Klebs leugnet dagegen ausdrücklich die Anwesenheit von Pyrenoiden bei dieser Gattung und will Paramylonscheiben im Körperplasma beobachtet haben.

**) Unter den grünen Coelomonadinen hat bis jetzt nur Mereschkowsky bei der Gattung Merotricha das Paramylon constatirt.

keit mit Jod, was schon Gottlieb beobachtete und sämmtliche spätere Forscher bestätigten. Weiterhin fällt ihre grosse Widerstandsfähigkeit gegen Reagentien auf, eine Erscheinung, die schon Dujardin, Focke, Carter und Andere hervorgehoben haben. Speciell den Säuren widerstehen sie sehr, nur in concentrirter Schwefelsäure (Bütschli, Klebs) und beim Kochen in rauchender Salzsäure (Gottlieb) lösen sie sich und bilden im letzteren Fall gährungsfähigen Zucker (Gottlieb). Auch Diastase übt nach Gottlieb keine sichtliche Wirkung aus. In Ammoniak unlöslich, wird das Paramylum dagegen in verdünnter Kalilauge (nicht unter 6%, Klebs) rasch gelöst und lässt sich durch Salzsäure aus der Lösung unverändert wieder niederschlagen. Natürlich sind alle alkoholischen und verwandten Lösungsmittel wirkungslos. Die grosse Widerstandsfähigkeit der Paramylumkörner macht, dass dieselben sich auch in abgestorbnen und ganz verfaulten Euglenen etc. wohl erhalten und dann häufig sehr gut zu studiren sind.

Ihre Bildung geschieht nie in den Chromatophoren, stets liegen sie ausserhalb derselben im Plasma, wenngleich häufig dicht unter der peripherischen Chromatophorenschicht, so dass hierdurch eine Beziehung zu dieser angedeutet wird. Sehr kenntlich wird diese Beziehung, wie schon bemerkt, bei den mit Pyrenoid versehenen Chromatophoren gewisser Eugleninen, da sich hier fast stets um jedes Pyrenoid eine zweiklappige Paramylumhülle bildet (Klebs). Nur anzudeuten wäre noch, dass, wie schon früher hervorgehoben, unsre Körner häufig für Fortpflanzungsorgane, resp. Keime der Euglenen etc. gehalten wurden, so schon von Ehrenberg, später namentlich von Carter, selbst Claparède und Lachmann hielten diese Ansicht noch für wahrscheinlich.

Morphologisch bieten die Paramylumkörper ein nicht geringes Interesse und recht grosse Verschiedenheiten dar. Bei den Euglenen zeigen sie fast stets eine Neigung zu länglicher, ovaler bis stäbchenförmiger Gestaltung, sind jedoch nach Klebs zuweilen auch kreisrunde Scheiben. Ihre Grösse schwankt ungemein. Bei gewissen Arten bleiben sie sehr klein und erfüllen in grosser Menge als stark lichtbrechende Gebilde das Plasma. Bei der E. viridis (Kl. emend.) häufen sich die Körnchen im Centrum des Körpers um eine etwas dichtere Plasmapartie zusammen, welche Schmitz als ein Pyrenoid betrachtet (Schmitz, Klebs). Entsprechend kleine Körnchen fand ich auch stets bei der Gattung Trachelomonas und ähnlich schildert auch Mereschkowsky die der Merotricha.

Bei gewissen langgestreckten Euglenen wachsen die Paramylumgebilde zu längeren stabartigen, schmäleren bis dickeren Körpern heran, welche dann meist in geringerer, immerhin jedoch häufig noch recht beträchtlicher Zahl vorhanden sind. Solche Verhältnisse beobachten wir namentlich bei der Euglena acus (T. 47, 8) und Ehrenbergii (Kl.), zuweilen jedoch auch bei Euglena oxyuris. Gewöhnlich trifft man neben diesen grossen Paramylumstäben auch noch eine Anzahl kleinerer bis kleinster, welche es illustriren, dass auch die grossen Stäbe allmählich aus kleineren

hervorgewachsen sind. Eigenthümlich erscheinen gewisse grosse und meist etwas mehr ovale Paramylumgebilde, welche sich in Zweizahl bei Euglena Spirogyra (T. 47, 9) und zuweilen auch bei Euglena oxyuris finden. Eines derselben liegt stets vor, das andere hinter dem in der Körpermitte befindlichen Kerne, eine Lagerung, welche etwas an die der beiden Amylumherde gewisser Chlamydomonadinen erinnert. Diese Gebilde erscheinen nun nicht solide, sondern bestehen anscheinend aus einer stärker lichtbrechenden dicken Hülle, welche jedenfalls allein Paramylum ist und einem helleren Kern.

Stein erklärt diesen helleren Kern für eine weichere Substanz, die das Innere erfülle. Aehnlich deutete auch schon Carter im Jahre 1856 ihren Bau; er schrieb der Innenmasse eine fettartige, flüssige Beschaffenheit zu. Neuestens hat nun Schmitz eine ganz besondere Ansicht über diese Körper der Euglena oxyuris ausgesprochen. Ihm gilt die Innenmasse als ein Pyrenoid, das jedoch nicht etwa in eine Paramylonhülle eingeschlossen sei, sondern im Centrum eines sternförmigen Chromatophors liege. Die scheinbare Kapsel soll dadurch entstehen, dass sich zahlreiche isolirte kleine Paramylonkörnchen um dieses Pyrenoid, jedoch natürlich ausserhalb des Chromatophors herumlagern. Ebensowenig wie die sternförmigen Chromatophoren halte ich jedoch diese Deutung der Paramylonkörper für zulässig und auch Klebs gelangte zu diesem Schluss.

Unsre Auffassung der besprochnen Körper soll sofort im Zusammenhang mit der Besprechung der Paramylonkörper der Chloropeltinen erläutert werden. Bei den hierhergehörigen Gattungen Phacus und Lepocinclis finden sich gewöhnlich neben zahlreichen kleineren, rundlichen bis stäbchenförmigen Paramylumkörperchen ein oder wenige grössere, runde und abgeplattet scheibenförmige Körper vor. Diese grossen, häufig jedoch auch die kleineren rundlichen zeigen einen ähnlichen Bau, wie die vorher besprochnen länglichen gewisser Euglenen. Eine mehr oder weniger dicke Paramylumkapsel scheint einen helleren Inhalt zu umschliessen und in letzterem liegt zuweilen noch ein zweiter ähnlicher Körper eingeschlossen (T. 47, 13) Genaue Betrachtung der kleineren Körper von Phacus scheint mir nun zu ergeben, dass die Deutung in Kapsel und Inhalt eine irrige ist, und sich die Sache einfacher und wahrscheinlicher so erklärt, dass es sich um Paramylumscheiben handelt, welche im Centrum eine Durchbrechung besitzen, d. h. also um ringförmige Paramylumkörper. Auch der Ring selbst zeigt zuweilen noch eine dunklere concentrische Linie, bald dem inneren, bald dem äusseren Rand genähert.

Die Einlagerung eines zweiten kleineren Körpers in einen grösseren erklärt sich auf diese Weise auch leicht, da ja einer solchen an einem geöffneten Ring kein Hinderniss im Wege steht. Weiterhin scheint mir diese Auffassung noch deshalb den Vorzug zu verdienen, weil sie in einfacher Weise zu dem sonst sehr merkwürdigen Bau der beiden ansehnlichen Paramylumkörper des Lepocinclis Ovum überleitet. Diese Form (T. 47, 15b) besitzt häufig, wie zuerst Carter (1859) beobachtete, zwei sehr grosse Paramylumkörper, welche sich gegenüberstehend dicht unter der Cuticula lagern. Diese Körper, welche Carter gleichfalls als „nucleated cells“ beschrieb, sind bei ihrer Grösse aufs sicherste als weit geöffnete

Ringe, oder in sich zurückkehrende Bänder von Paramylum zu erkennen. Sie dehnen sich gewöhnlich um den Körper so weit aus, dass sie sich nahezu berühren. Dennoch finden sich auch hier neben ihnen stets noch eine Anzahl kleiner rundlicher Paramylumkörnchen vor, welche sämmtlich die Ringform meist deutlich zeigen. Doch ist es bei so kleinen Gebilden schwierig zu entscheiden, ob wirklich eine Durchbrechung und nicht etwa nur eine grubenförmige Aushöhlung die Ringform hervorruft; ich möchte sogar vermuthen, dass sich die durchbrochene Ringform erst allmählich aus anfänglich soliden Scheibchen entwickelt. Auf Grund der soeben mitgetheilten Erfahrungen dürfen wir jedoch auch den Bau der länglichen Körper der Euglena oxyuris und Spirogyra mit grosser Wahrscheinlichkeit als einen ringförmigen betrachten und auch Klebs haben seine Untersuchungen zu derselben Ansicht geführt. Dieser Forscher spricht sich um so entschiedener für eine solche Auffassung aus, da er unter gewissen Bedingungen beobachtete, dass die Euglena Spyrogyra im Dauerzustand die Durchbrechungen ihrer grossen Paramylumkörper durch nachträgliche Bildung von Paramylum ausfüllte und dieselben so zu „anscheinend homogenen Cylindern“ wurden.

Während die früheren Beobachter meist nichts von einer feineren Structur der Paramylumkörner sahen, machte zuerst Schmitz darauf aufmerksam, dass dieselben stets einen weniger dichten centralen Theil besitzen und Klebs erkannte weiter, dass ihnen auch eine concentrische Schichtung ähnlich den Amylumkörnern nicht fehlt*). Diese Schichtung tritt bei Quellung der Körner durch ihre Lösungsmittel (Kali oder Schwefelsäure) oder auch durch mechanischen Druck deutlicher hervor. Hierbei zeigten aber die scheibenförmigen Körner nicht nur eine concentrische Schichtung der Flächenansicht, sondern auch eine streifige Differenzirung in der Seitenansicht, woraus geschlossen werden muss, dass sie sich aus einer grösseren Zahl dünnerer, concentrisch geschichteter Scheibchen zusammensetzen. Der Wassergehalt der Schichten nimmt von der Peripherie nach dem Centrum der Scheibe successive zu. Die gequollnen Schichten zeigen kurz vor ihrer definitiven Auflösung noch eine feinere Zusammensetzung aus dunkleren dichteren und zwischengeschobnen helleren und weniger dichten Theilchen. Vielleicht deutet diese Erfahrung darauf hin, dass auch die Paramylumonkörner ursprünglich aus der Vereinigung sehr kleiner Körnchen hervorgehen, ähnlich wie Schmitz die Amylumherde aus sehr kleinen Körnchen zusammengesetzt fand, die in gewissen Fällen gleichfalls zu zusammenhängenden Amylumschalen verwachsen.

c) Rothes Pigment. Schon Ehrenberg beobachtete einige Flagellaten von entschieden rother Färbung, die er zu besonderen Arten erhob, so seine Euglena sanguinea und die sog. Astasia haematodes. Erst spätere

*) Carter (109 b) ist der einzige frühere Beobachter, welcher diese Schichtung sah, er hielt sie jedoch für eine spiralige Zeichnung und deutete sie als eine Entwicklungserscheinung der vermeintlichen Eier der Euglena viridis.

Beobachter erkannten allmählich, dass die grüne Färbung mancher Flagellaten unter Umständen in eine rothe übergeht und daher die Rothfärbung allein keinen specifischen Charakter bildet. Zu dieser Erkenntniss führten namentlich die früher schon geschilderten Untersuchungen über Haematococcus. Namentlich die Arbeiten von Morren, von Flotow und die späteren Cohn's stellten es sicher, dass sich bei Haematococcus ein häufiger Wechsel zwischen grüner und rother Färbung finde. In ähnlicher Weise zeigte namentlich Focke, dass die rothe Euglena sanguinea nur als Varietät einer grünen Form zu betrachten sei, wozu sich denn noch die von Schmarda 1848 beschriebene Euglena chlorophoenicea gesellt, welche nur eine theils mehr grüne, theils rothe Uebergangsstufe darstellt*). Auch Cohn schloss sich 1850 dieser Deutung der Euglena sanguinea an; Perty dagegen blieb unsicher.

Während bei den erwähnten zwei Formen die rothe Färbung an beweglichen Zuständen auftritt, zeigte der weitere Verlauf der Forschungen über die Fortpflanzung der grünen Isomastigoda immer deutlicher, dass eine solche Rothfärbung in sehr weiter Verbreitung bei den ruhenden Zuständen eintritt, seien dieselben nun auf ungeschlechtlichem oder geschlechtlichem Wege entstanden. Da nun auch die ruhenden Zustände des Haematococcus sich gewöhnlich röthen, so könnte man vermuthen, dass die ganze Erscheinung überhaupt als eine Folge vorhergegangener Ruhezustände aufzufassen sei, da, wie bekannt, die aus letzterem hervorgehenden beweglichen Formen erst sehr allmählich ergrünen. Immerhin lässt sich auf Grund unserer heutigen Erfahrungen nicht ausschliessen, dass sich auch bewegliche grüne Formen unter gewissen Bedingungen roth färben.

Wie schon der allmähliche Uebergang zwischen grünen und rothen Formen es bedingt, tritt die rothe Farbe bei Haematococcus wie bei Euglena in sehr verschiednem Grad der Entwicklung auf. Da das rothe Pigment seinen Sitz im ungefärbten Plasma hat, so erhellt hieraus schon, dass es sich sowohl bei Euglena wie bei Haematococcus zunächst central um den Kern ablagern muss und, da ja peripherisch die Chromatophoren sich finden. Bei beiden Formen sehen wir denn auch häufig Zustände, welche nur eine centrale Rothfärbung aufweisen, von sehr geringer bis ansehnlicherer Ausdehnung.

Dabei ist jedoch zu beachten, dass die gleichen Zustände auch umgekehrt dadurch entstehen, dass ganz rothgefärbte Individuen allmählich ergrünen, was naturgemäss zuerst peripherisch anhebt und allmählich gegen das Centrum fortschreitet.

---

*) Während Focke und die meisten neueren Forscher (so auch Stein) in der Ehrenberg'schen E. sanguinea nur eine Varietät der sogen. E. viridis erkennen wollten, zeigte Klebs neuestens, dass diese Form als besondere Art aufzufassen ist. Die erstgenannten Beobachter hatten zwar in der Sache jedenfalls Recht, da wie Klebs zeigte, eine Reihe verschiedener Arten unter der vulgären Bezeichnung E. viridis sich verbergen.

Wie gesagt, schwindet bei stärkerer Ausbreitung des rothen Pigments die grüne Chlorophyllfarbe vollständig. Hierbei erhebt sich nun die Frage, ob diese ganz rothen Formen ihr Chlorophyll verloren haben, oder ob dies noch existirt und nur so verdeckt wird, dass es sich seither der Beobachtung entzog. Für Euglena sanguinea geht letzteres aus den Angaben von Klebs sicher hervor und auch schon Stein's Abbildungen dieser Form lassen das Gleiche erschliessen. Da wir jedoch wissen, dass die Euglenen zuweilen auch ganz farblos auftreten können, so scheint nicht ausgeschlossen, dass das Chlorophyll der rothen Eugl. sanguinea zuweilen auch ganz schwinde.

Schwieriger liegt diese Frage bei Haematococcus und den rothen Dauerzuständen der Phytomastigoden. Auf den zahlreichen Abbildungen solcher ganz rothen Zustände ist gewöhnlich nicht mehr die geringste Andeutung von Grün zu sehen, und doch müsste sich gerade hier das peripherische grüne Chromatophor, wenn es nicht völlig schwindet, als grüner Saum häufig bemerklich machen. Welche Umstände es sind, die hier die grüne Farbe ganz verschwinden lassen, scheint bis jetzt noch unsicher. Wahrscheinlich dürfte sich eine theilweise bis gänzliche Entfärbung des Chromatophors, vielleicht gleichzeitig mit einer Zusammenziehung desselben finden, wie Schmitz Aehnliches von den Chromatophoren der Dauerzellen der Algen berichtet. Wir dürfen um so mehr annehmen, dass die Chromatophoren auch bei den rothen Zuständen dieser Formen nicht fehlen, da letzterwähnter Beobachter sie in den Ruhezuständen der Eudorina und verschiedener Algen noch beobachtet haben will und weiterhin Engelmann*) in neuester Zeit den Nachweis führte, dass die rothen ruhenden Haematococcuszellen noch Sauerstoff zu entwickeln vermögen, also wohl sicher noch Chlorophyll enthalten, was gleichzeitig durch ihr spectroskopisches Verhalten sehr wahrscheinlich gemacht wird.

Das Pigment, welches die geschilderte Rothfärbung hervorruft, Cohn's Haematochrom, bildet sich, wie bemerkt, im Plasma und erscheint gewöhnlich sehr feinkörnig, seltner dagegen in Gestalt grösserer Tröpfchen. Eine directe Beziehung der Chromatophoren zur Bildung desselben lässt sich nicht erweisen, so dass die früher sehr verbreitete Annahme, es bilde sich der grüne Farbstoff der Chromatophoren direct in Haematochrom um, vorerst nicht gesichert erscheint.

Der Farbenton ist etwas verschieden und schwankt zwischen ziegel- und orangeroth bis zinnober- und blutroth. Ueber die chemische Natur des Farbstoffes ist wenig bekannt. Gewöhnlich wird derselbe nicht als ein reines Pigment, sondern als ein mit aufgelöstem Farbstoffe imprägnirtes Fett betrachtet (Cohn, A. Braun, Wittich etc.). Hierfür spricht einerseits sein optisches Verhalten, seine Löslichkeit in Aether und die Erscheinung, dass der fein vertheilte Farbstoff unter verschiedenen Bedingungen häufig zu grösseren Tröpfchen zusammenfliesst.

*) Botanische Zeitung 1882, Nr. 39.

Einwirkung von Reagentien ist wenig studirt. Nach Cohn soll der rothe Farbstoff des Haematococcus Säuren und Alkalien widerstehen, dagegen sah Braun ihn bei Zusatz von Schwefelsäure schmutzigviolett werden und Cohn selbst gibt wiederum an, dass Salzsäure ihn wenigstens vorübergehend entfärbe. Mit Jod hat Cohn eine schwarzblaue Färbung der rothen Körnchen erzielt und auch Perty bestätigte dies. Rostafinski*) unterscheidet auf Grund der Löslichkeitsverhältnisse in Alkohol zwei Farbstoffe in dem Haematochrom, einen gelben, der sich in kaltem Alkohol leicht und einen rothen, der sich darin schwer oder nicht löst.

Ueber den jedenfalls identischen Farbstoff der Euglena sanguinea haben wir dagegen durch Wittich**) einiges Genauere erfahren. Derselbe lässt sich sowohl aus der ätherischen, wie alkoholischen Lösung in krystallinischer Gestalt (Octaëdern) erhalten. Diese Krystalle werden durch Schwefelsäure blau gefärbt, durch Chlor gebleicht, durch Kali dagegen nicht zerstört. Ihr verhältnissmässig hoher Schmelzpunkt liess sich nicht constant erhalten, sondern schwankte zwischen 79 und 120° C. Auch Wittich schliesst aus seinen Versuchen, dass der rothe Farbstoff an ein verseifbares Fett gebunden sei. Aus allem diesem geht nun sicher hervor, dass das Haematochrom in die Reihe der sogen. Fettfarbstoffe (Chromophane Kühne's)***) gehört, die sowohl im Thier- wie Pflanzenreich weit verbreitet sind. So gehören hierher z. B. die Farbstoffe der sogen. Zapfenkugeln der Netzhäute zahlreicher Wirbelthiere, das Luteïn der Corpora lutea etc.; von Pflanzenfarbstoffen z. B. das sogen. Carotin der Wurzel von Daucus Carota und das Elaeochrin des Palmöls.

Sehr unsicher erscheint bis jetzt noch die physiologische Bedeutung der Rothfärbung, ebenso wie ihre nächste Verursachung. Ueber die letztere sind schon mannigfache Ansichten geäussert worden, doch trifft keine wohl die eigentliche Ursache, welche zweifellos eine innerliche sein dürfte, sondern nur Bedingungen des leichteren und schnelleren Eintritts der Verfärbung — Bedingungen, welche ihrer Natur nach nicht immer gleichmässig wirksam erscheinen.

So äusserte schon Focke hinsichtlich der Euglena sanguinea, dass die Röthung hauptsächlich im Frühling und Herbst auftrete und es erhellt aus seinem Gedankengang, dass er die Verfärbung wesentlich dem Einfluss niederer Temperatur zuschreibt. Andererseits wurde im Hinblick auf das Verhalten der Ruhezustände häufig die Ansicht entwickelt, dass Austrocknung die Rothfärbung begünstige (so speciell für Hae-

*) Botanische Zeitung 1881 p. 463.

**) Archiv f. patholog. Anat. Bd. 27. 1863. p. 573—75. Nach soeben angestellten Versuchen an dem Haematochrom der Eugl. sanguinea kann ich die Angaben Wittich's bestätigen. Nur von der Octaëderform der Krystalle überzeugte ich mich bis jetzt nicht und finde, dass concentr. Salpetersäure dieselben grün färbt.

***) Kühne, W., Untersuch. des physiolog. Instit. d. Univ. Heidelberg I. p. 341 und IV. p. 169. Für diese Fettfarbstoffe wird neuerdings auch der Name „Lipochrome" häufig gebraucht.

matococcus durch Cohn). Doch verfärben sich auch zahlreiche Ruhezustände ohne Austrocknung. Cohn glaubte ferner beobachtet zu haben, dass intensives Sonnenlicht die Röthung begünstige, wofür er auch eine Beobachtung Morren's anführt.

Welche Vortheile die Erzeugung des Haematochroms darbietet, ist ebenso zweifelhaft; vielleicht möchte doch die gelegentlich geäusserte Ansicht, dass dasselbe eine Art Schutzmittel gegen gewisse äussere Einflüsse darstelle, Vieles für sich haben.

f) Stigmata (Augenflecke). Nahe verwandt, wenn nicht identisch, mit dem besprochnen rothen Pigment scheinen die sogen. Stigmabildungen zu sein. Dieselben finden sich besonders häufig bei gefärbten Flagellaten, ohne jedoch den ungefärbten durchaus zu fehlen. Die Stigmen sind im Allgemeinen ähnliche rothe Körperchen wie die rothen Pigmentkörnchen, doch scheint es mir unzweifelhaft zu sein, dass ihre Substanz eine festweiche ist, da sie gewöhnlich bestimmte Gestaltungen darbieten, welche eine flüssige ölige Substanz nicht wohl anzunehmen im Stande wäre. Die Uebereinstimmung des Pigments der Stigmata mit dem Haematochrom zeigt das Verhalten gegen Reagentien. Alkohol wie Aether bringen sie durch Lösung des Pigments zum Verschwinden. Durch Jod oder Eisenchlorid wird das Stigma nach Cohn, Perty und Klebs bei Euglenen schwarzblau, auch Schwefelsäure färbt dasselbe schwarz bis schwarzblau (Klebs, Bütschli), Salpetersäure himmelblau (Klebs), wogegen es durch Kali (Dujardin, Klebs), Ammoniak und Essigsäure (Klebs) nicht verändert wird.

Werfen wir zunächst einen Blick auf das Vorkommen der Stigmen. Nahezu allgemein verbreitet finden wir sie bei den gefärbten Isomastigoden. Zunächst sämmtlichen Chlamydomonadinen (mit einziger Ausnahme des Haematococcus lacustris), sämmtlichen Volvocinen und häufig bei den Chrysomonadinen, doch ist ihr Vorkommen hier ein etwas unregelmässiges. Dagegen fehlen die Stigmen stets auch bei den gefärbten Cryptomonadinen. Immer vorhanden sind sie dagegen bei den gefärbten Dinobryinen und fast stets bei den chromatophorenhaltigen Euglenoidinen. Eine Ausnahme machen hier nur die Gattungen Merotricha und Coelomonas.

Einige Befunde weisen aber darauf hin, dass ihre Anwesenheit nicht ganz constant ist. Speciell belehrend ist in dieser Hinsicht die Synura Uvella, da sie der Stigmen zuweilen ganz entbehrt, theils zwei, zuweilen sogar eine sehr ansehnliche Zahl besitzt. Dasselbe lehren auch gewisse farblose Formen, welche nur zuweilen Augenflecke besitzen. Ueberhaupt bietet das Vorkommen dieser Gebilde bei letzteren ein ziemliches Interesse, da nicht zu verkennen ist, dass im Allgemeinen eine Beziehung zwischen Chromatophoren und Augenflecken existirt, was namentlich auch dadurch erwiesen wird, dass den farblosen Varietäten gewisser Eugleninen (E. acus, Phacus) auch der Augenfleck häufig abgeht (Klebs). Stein beobachtete gewöhnlich einen Augenfleck bei der farblosen Monas vivipara; ebenso auch ich bei einer damit wohl identischen Form, häufig

aber auch sicher hierhergehörige Flagellaten ohne denselben. Gelegentlich tritt ein Stigma nach Stein auch bei Antophysa vegetans auf. Constant fand ich eines bei der farblosen Polytoma spicatum Krass., wogegen die gewöhnliche Polytoma Uvella nach Stein sowohl im vorderen wie hinteren Körperende häufig ein einzelnes bis ganze Häufchen kleiner blassröthlicher Körperchen führt. Doch scheint mir die Zugehörigkeit dieser Körperchen zu den gewöhnlichen Stigmen etwas fraglich. Auch bei der farblosen Diplomita socialis gibt Kent einen Augenfleck an. Bei der zu den Euglenoidinen gehörigen farblosen Peranema trichophorum will Perty zuweilen, Clark dagegen gewöhnlich ein sehr blass-röthliches Stigma gesehen haben, die übrigen Beobachter fanden dieselbe stets stigmafrei.

Sehr wechselnd ist ferner die Zahl der Stigmen und zeigt zuweilen bei einer und derselben Art Inconstanz. Am häufigsten finden wir nur eines entwickelt, selten dagegen zwei (Microglena, Synura zuweilen, Syncrypta). Die gewöhnlich mit einem Augenfleck ausgerüstete Uroglena soll nach Ehrenberg zuweilen auch 2—3 besitzen*) und wie schon erwähnt, zeigt die Synura Uvella nach Fresenius und Stein zuweilen eine sehr erhebliche Zahl (bis etwa 10).

Als eine Regel scheint jedoch hervorgehoben werden zu dürfen, dass die in Mehrzahl vorhandenen Stigmata stets in nächster Nähe zusammengestellt sind.

Die Stellung der Stigmen am Körper ist überhaupt eine constante. Am häufigsten finden wir sie am Vorderende, dicht bei der Geisselbasis; nur die Chlamydomonadinen und Volvocinen machen hiervon eine Ausnahme, indem ihr einfaches Stigma fast stets weiter nach hinten gerückt ist, zuweilen bis in die Mitte des Körpers. Bei den mit wenigen grösseren Chromatophoren ausgerüsteten Formen lässt sich eine Beziehung des Stigmas zu denselben meist nicht verkennen, indem es gewöhnlich so gelagert ist, dass es einer resp. bei mehrzähligen Stigmen den beiden Chromatophoren aufliegt oder ihnen doch sehr genähert ist. Gleichzeitig lagert sich jedoch das Stigma dieser Formen stets peripherisch, direct unter die Körperoberfläche, niemals tiefer ins Körperinnere. Diese Erscheinung tritt am auffallendsten bei den mit grossem einheitlichem Chromatophor ausgerüsteten Chlamydomonadinen und Volvocinen hervor, wo eine nur äusserst zarte Plasmalage das Chromatophor äusserlich überzieht. In dieser findet sich nun das Stigma dem Chromatophor aufliegend und springt sogar nicht selten etwas über die Körperoberfläche vor.

Nur die Euglenoidinen machen eine scheinbare Ausnahme von dieser oberflächlichen Stigmenlage, da bei ihnen der Augenfleck stets deutlich tiefer im Plasma des Vorderendes liegt. Wie angedeutet, scheint mir dieses Verhalten doch nur eine scheinbare Ausnahme zu bilden, denn

*) Auch bei den gewöhnlich nur ein Stigma besitzenden Volvoxzellen will Ehrenberg zuweilen deren zwei gesehen haben, betrachtet dies jedoch als Vorbereitung zur Theilung. Auch Perty bestätigte dies und sah auch bei Chlamydomonas gelegentlich eine Verdopplung, was jedoch gleichfalls auf Theilung beruhen konnte.

das Stigma lagert sich hier stets direct dem früher geschilderten Reservoir oder Behälter der contractilen Vacuolen auf. Da es nun vielleicht erlaubt ist, dieses Reservoir als eine mit Flüssigkeit erfüllte Einsenkung zu betrachten, die durch den Schlund mit dem äusseren Medium communicirt oder doch zeitweilig zu communiciren vermag, so zeigt sich, dass das Stigma auch hier wahrscheinlich an einer Stelle liegt, welche ähnliche Bedingungen darbietet wie die äussere Körperoberfläche, also die scheinbare Ausnahme eher die Regel bestätigt.

Schon früher wurde angedeutet, dass die Stigmen häufig eine bestimmte Gestaltung besitzen. Zwar erscheinen sie bei den kleineren Formen meist einfach rundlich bis etwas unregelmässig, bei den grösseren dagegen, namentlich den Chlamydomonadinen und Volvocinen, tritt gewöhnlich eine stäbchenartige Gestalt recht deutlich hervor.

Etwas anders dagegen erscheinen die der grösseren Euglenoidinen. Bei diesen ist der Stigmakörper häufig eine mehr abgeplattete Scheibe von ziemlich unregelmässigem, nicht selten etwas viereckigem Umrisse und etwas eingekrümmt. Letzteres Verhalten scheint davon herzurühren, dass sich der Stigmakörper in seiner Gestalt der Oberfläche des Reservoirs, dem er aufliegt, anpasst.

Gewöhnlich erscheint das Stigma als ein homogenes einheitliches Gebilde. Die grösseren der Euglenen zeigen dagegen eine Zusammensetzung aus kleineren Körnchen, was schon Dujardin und Perty (1864) zuweilen beobachteten. Klebs fasst daher den Bau dieser Stigmen neuerdings als einen zusammengesetzten auf, bestehend aus einer plasmatischen, netzigen Grundmasse, in deren Maschen das Pigment in Form kleiner Tröpfchen eingelagert sei. Auch Künstler will sich überzeugt haben, dass der Augenfleck bei Phacus und Trachelomonas aus zahlreichen in einer Schicht zu dem gekrümmten Stigmenkörper zusammengefügten Körnern bestehe, die jedoch nur in ihren äusseren Theilen gefärbt seien.

Keine sichere Antwort lässt sich bis jetzt auf die Frage nach der physiologischen Bedeutung der Stigmen geben. Gegen die alte Ehrenberg'sche Deutung derselben als lichtempfindlicher Augenapparate, haben sich die meisten späteren Beobachter seit Dujardin mit Entschiedenheit ausgesprochen. Nur Carter, James-Clark und neuerdings wieder Künstler suchten diese Ansicht zu stützen und letzterer glaubt dieselbe auf Grund der geschilderten Zusammensetzung des Stigmas aus Körnchen, sowie wegen eines linsenartigen lichtbrechenden Körpers, den er bei Phacus dem Stigma angelagert fand, erwiesen zu haben. Auch führt er zu Gunsten dieser Ansicht an, dass die Stigmen bei den in Dunkelheit gehaltenen Flagellaten schwinden, eine Angabe, für welche weitere Belege in der Literatur nicht vorhanden zu sein scheinen.

Was man jedoch über das Verhalten der stigmenführenden Flagellaten und Zoosporen gegen das Licht weiss, spricht keineswegs für eine derartige Auffassung, da die Untersuchungen ergeben haben, dass die stigmen-

freien und die mit Augenfleck versehenen Formen in dieser Hinsicht ganz übereinstimmen.

Dazu gesellt sich ferner der neuestens von Engelmann (200) direct erbrachte experimentelle Nachweis, dass nicht das Stigma der Euglenen die lichtempfindliche Stelle ist, sondern dass dieselbe etwas vor demselben in der farblosen Körperspitze ihren Sitz hat. Auch die interessante Thatsache, auf welche Klebs hinwies, dass das sogen. Haematochrom der Augenflecke in seinen Reactionen mit den ähnlich gefärbten Pigmenten der Augen mancher Metazoën (so Rotatorien und Copepoden, wie auch den gelben bis rothen Oelkugeln in den Retinaelementen zahlreicher Wirbelthiere) nahe übereinstimme, deutet in der gleichen Richtung. Da nun aber diese Pigmente wohl sicherlich eine wesentliche Bedeutung im lichtempfindlichen Apparat der Metazoën besitzen, so liegt es nicht fern, mit Engelmann und Klebs auch dem Augenfleck der Flagellaten eine Bedeutung bei dem Zustandekommen der Lichtempfindlichkeit zu vindiciren. Jedenfalls jedoch nicht die eines selbst empfindlichen Theils, so wenig wie dies für die entsprechenden Pigmente im Auge der höheren Thiere gewöhnlich angenommen wird; sondern am ehesten die eines mit der Erhaltung der Lichtempfindlichkeit zusammenhängenden Bestandtheils.

Immerhin ist die weit nach hinten gerückte Lage des Stigmas gewisser Chlamydomonaden eine so eigenthümliche, dass es schwer ist, sie selbst mit einer solchen Auffassung in Einklang zu setzen.

Im Anschluss an die besprochenen echten Stigmabildungen erwähnen wir noch gewisser Einrichtungen ungefärbter Flagellaten, die sich vielleicht den Stigmen anschliessen lassen. Es sind dies ähnlich gestaltete und gelagerte kleine Gebilde, die ziemlich stark lichtbrechend, jedoch ungefärbt erscheinen. Bei der Gattung Monas findet sich ein solcher strich- bis leistenartig erscheinender Körper (sogen. Mundleiste Stein's), der schief auf die Basis der Geisseln gerichtet ist (T. 40, 13). Auch Cyathomonas (T. 45, 8a) besitzt einen ähnlichen, parallel dem Vorderrand hinziehenden Körper, der jedoch nach Bütschli aus einer Reihe Körnchen zusammengesetzt ist. Nicht mit Unrecht scheint Kent auch die beiden dunklen Körperchen, welche sich häufig bei der Astasia Proteus (T. 48, 9b, o) dicht hinter der Geisselbasis finden, hierher zu beziehen. Wie gesagt ist es wahrscheinlich, dass die geschilderten Gebilde pigmentlosen Augenflecken entsprechen und für diese Auffassung lässt sich weiter anführen, dass Pelletan (204) bei Dinobryon nicht selten ungefärbte Augenfleckbildungen beobachtete.

g) Trichocysten. Es ist von hohem Interesse, dass sich die eigenthümlichen, bei den Infusorien ziemlich verbreiteten Trichocysten bis jetzt wenigstens in einem Fall auch unter den Flagellaten sicher nachweisen liessen, bei der Merotricha semen Ehrbg. sp. Hier entdeckte sie Ehrenberg schon im Jahre 1853. Erst 1879 wurden sie dann von Mereschkowsky wieder aufgefunden, der auch zuerst ihre von Ehrenberg zweifelhaft gelassene Natur erkannte und Stein bestätigte diese Beobachtung in

seinem bekannten Werk. Auch hier finden sich diese Trichocysten entsprechend ihrer physiologischen Leistung in der peripherischen Plasmalage des Körpers, die ja, wie schon früher erwähnt, wohl die Bedeutung eines Ectoplasmas besitzt (T. 48, 4). — Specielleres über ihren Bau und Verhalten ist nicht bekannt; dass sie jedoch auch hier die Fähigkeit besitzen, zu mässig langen feinen Fäden auszuschnellen, geht aus einer Abbildung Stein's deutlich hervor, welche zahlreiche Trichocysten in feine, über die Oberfläche des Thieres frei hervorragende Fädchen verlängert zeigt. Ihre Zahl und Vertheilung über den Körper der Merotricha schwankt nach Stein sehr; zuweilen scheinen sie sich auf das Vorderende zu beschränken, gewöhnlich jedoch sind sie auch über den übrigen Körper unregelmässig und vereinzelt vertheilt. Treten sie hier reichlicher auf, so zeigen sie zuweilen eine Tendenz, sich in Zügen zu ordnen, um schliesslich bei besonders reichlicher Anwesenheit ziemlich gleichmässig über die gesammte Oberfläche verbreitet zu sein. Aus den Zeichnungen Stein's scheint mir jedoch hervorzugehen, dass sich nur die des Vorderendes regelmässig zu einer dichten Lage senkrecht zur Oberfläche gruppiren, während sie am übrigen Körper stets der Oberfläche parallel gelagert sind. Hieraus darf vielleicht geschlossen werden, dass nur die ersteren zur Functionirung bereit sind, während die der übrigen Körperoberfläche als Ersatz für die des Vorderendes dienen.

Ob die von Bütschli beobachtete Erscheinung, dass sich von der Körperoberfläche der mit Essigsäure getödteten Chilomonas Paramaecium zahlreiche feine trichocystenartige Fäden allseitig erheben, gleichfalls auf Trichocysten hinweist, scheint bis jetzt etwas zweifelhaft, da im lebenden Thier nie etwas von dergleichen Gebilden beobachtet wurde. Dasselbe Phänomen tritt nach Künstler unter den gleichen Bedingungen auch bei Cryptomonas auf und die hervorgeschossenen Fäden erreichen hier zum Theil die zehnfache Körperlänge. Auch Künstler ist geneigt, den Fäden die Bedeutung von Trichocysten zuzuschreiben. Obgleich er sich sehr dagegen verwahrt, dass die von ihm beschriebenen zarten Geisseln, welche sich neben den beiden früher geschilderten an dem Peristom unserer beiden Gattungen finden sollen, etwa derartige Fäden gewesen seien, so möchte ich dies dennoch für sehr wahrscheinlich halten. Diese accessorischen Geisseln, welche Künstler als nahrungsergreifende betrachtet, konnte er bis jetzt nur nach Einwirkung von Reagentien, dagegen nie im lebenden Zustand wahrnehmen und, wie es scheint, stammt die Künstler'sche Beschreibung derselben aus einer Zeit, wo er das eben beschriebene Phänomen der Filamententwicklung noch nicht kannte.

Zweifelhaft erscheinen auch bis jetzt noch die feinen stäbchenartigen Gebilde, welche Grassi (192) in sehr verschiedener Zahl in der peripherischen Körperschicht der von ihm entdeckten Polymastix melolonthae auffand. Dieselben liegen stets parallel der Längsaxe der Flagellate. Künstler (191) erklärt dieselben neuerdings für Rippen der Körperoberfläche, welche unter einander mehr oder weniger anastomosiren sollen, doch war ihm die Auffassung Grassi's unbekannt. Dass es sich hier gleichfalls um trichocystenartige Gebilde handeln dürfte, wie Grassi vermuthete, scheint nicht so unwahrscheinlich, da man häufig von den verschiedensten Stellen der Oberfläche der Polymastix feine faden- bis stäbchenartige Gebilde frei und in sehr verschiedener Zahl entspringen sieht, welche möglicherweise als ausgeschnellte Trichocysten betrachtet

werden könnten. Künstler gibt zwar an, dass diese Fäden eine beständige zitternde Bewegung besitzen, scheint dieselbe jedoch selbst nicht für eine wirklich active zu halten.

h) Verschiedenartige weitere Einschlüsse des Plasmas.

1) Fett. Abgesehen von den pigmentirten Fetteinschlüssen des Plasmas wurde bis jetzt auf das Vorkommen ungefärbten Fettes nur wenig geachtet, obgleich ja auch der Flagellatenkörper solches gewiss häufig enthalten wird. Einen grösseren scheibenförmigen, ungefärbten Körper von fettartigem Aussehen beobachtete Stein häufig im Hinterende von Dinobryon und Uroglena*). Zahlreiche bläulichweisse Fettkügelchen fand er zuweilen bei Zygoselmis und die marine Gattung Oxyrrhis enthält bei günstigen Ernährungsverhältnissen gewöhnlich eine beträchtliche Anzahl Fetttropfen. Die beweglichen Euglenen scheinen nach den Erfahrungen von Klebs im Allgemeinen sehr wenig Fett zu führen. Reichlicher tritt dasselbe in den encystirten Dauerzuständen auf. Wie gesagt, dürften sich noch bei zahlreichen Formen unter den mannigfachen Granulationen des Plasmas Fettpartikel finden, doch fehlen bis jetzt sichere Angaben hierüber.

2) Excretkörnchen und Einschlüsse zweifelhafter Natur. Excretkörnchen finden sich ebenfalls zuweilen sicher vor, doch ist auch auf sie bis jetzt zu wenig geachtet worden, um ihre wahrscheinlich sehr allgemeine Verbreitung erweisen zu können. Bei grösseren Formen, wie Peranema, Anisonema und Entosiphon hat Bütschli ihre Gegenwart constatirt; namentlich im Hinterende häufen sie sich gewöhnlich an**). Auch bei Chilomonas beobachtete derselbe häufig einige grössere längliche Körnchen von ähnlichem Aussehen in der Schlundgegend und vielleicht gehören auch die bräunlichen kleinen Körnchen hierher, welche man bei dieser Gattung nach Zerstörung der Amylumkörner durch Schwefelsäure beobachtet. Vermuthungsweise möchte ich weiterhin auch die zahlreichen kleinen Körnchen hierherziehen, welche sich so reichlich in der äussersten Plasmaschicht der Monas vivipara finden und zuweilen deutlich etwas über die Oberfläche vorspringen. Es sind dies jene Körnchen, welche Ehrenberg seiner Zeit wegen ihrer „zitternden und langsam hin- und hergleitenden Bewegung" (Stein) für Embryonen hielt Kent beschreibt sie als hellröthlich und möchte sie daher den Augenfleckbildungen zurechnen. Auch der von Klebs bei der Euglena sanguinea zuweilen beobachteten kleinen Krystalle von oblonger bis quadratischer Tafelform, die sich in Kali, Essig-, Salz- und Schwefelsäure nicht lösen, sei hier einstweilen gedacht.

*) Anderer Natur dagegen scheint der blasse scheibenförmige Körper im Hinterende von Atractonema zu sein und ebenso der zuweilen bei Sphenomonas beobachtete ansehnliche, blasse, gallertartige Körper.

**) Klebs hält die von mir bei Peranema beschriebnen Excretkörnchen grossentheils für Zersetzungsproducte der chlorophyllhaltigen Nahrung, wogegen ich betonen muss, dass dies für die von mir beschriebnen Körnchen sicher nicht zulässig ist.

F. Die Nuclei.

Nach meiner Ansicht kann es keiner Frage mehr unterliegen, dass ein Zellkern den Flagellaten ganz allgemein zukommt. Sogen. Moneren finden sich hier nicht, und wenn auch für einige wenige Formen der Nachweis des Zellkerns noch fehlt, so sind dies entweder solche, deren Untersuchung überhaupt bis jetzt mangelhaft blieb, oder deren Kleinheit die Beobachtung erschwerte. Wir wollen daher auch nicht auf eine speciellere Aufzählung derselben eingehen.

Bezüglich der Zahl der Nuclei fällt zunächst auf, dass dieselbe fast nie die Einzahl übersteigt. Der einzige sichere Ausnahmefall wurde von Bütschli bei Trepomonas beobachtet, wo sich gelegentlich zwei Kerne fanden.

Recht verschieden ist die Lagerung des Kernes im Körper. Zunächst ist zu betonen, dass dieselbe fast immer eine ganz constante zu sein scheint. Nur bei einem Theil der Rhizomastigoden wird wohl der Kern ähnlich wie bei vielen Amöben mit den Plasmaströmen umhergeführt. Die Ursache dieser constanten Lage des Kernes, welche selbst da manchmal beobachtet werden kann, wo der Körper amöboid ist (Mastigamoeba aspera) oder wo wie bei Trepomonas eine deutliche Plasmacirculation stattfindet, lässt sich für unsere kleinen Flagellaten durch directe Beobachtung nur schwierig erklären. Jedenfalls müssen wir annehmen, dass der Kern häufig durch eine etwas festere Plasmapartie in seiner Lage erhalten wird, resp. dass er mit dem festeren Ectoplasma, wo ein solches vorhanden, in Verbindung steht Anderseits dürfte sich jedoch auch die constante Lage des Kernes bei nicht wenigen Flagellaten einfach dadurch erklären, dass überhaupt keine Verschiebungen im Plasmaleib stattfinden. Im Speciellen finden wir Beispiele für alle möglichen Lagerungsverhältnisse des Kerns. Bei zahlreichen Formen treffen wir ihn ziemlich im Mittelpunkt des Körpers oder diesem doch sehr genähert; häufig rückt er jedoch auch in die vordere Körperhälfte, ja zuweilen ziemlich dicht an die Basis der Geisseln heran. Etwas weniger häufig dagegen lagert er sich in die hintere Körperhälfte ein. Bei Formen mit einer Neigung zu asymmetrischer Bildung nimmt häufig auch der Kern eine asymmetrische Stellung an, indem er aus der Mittellinie heraus und einer Körperseite näher rückt.

Sehr einförmig sind im Ganzen die Bauverhältnisse der Kerne. Die meisten Formen und speciell die kleineren besitzen fast stets einen exquisit bläschenförmigen, kugligen Nucleus, welcher nach Behandlung mit Reagentien eine deutliche und meist ziemlich dicke, dunkle Kernhülle zeigt, in deren hellem Inhalt sich ein mehr oder minder ansehnlicher, dunkler kugliger Nucleolus findet. Eine besondre Structur verräth dieser Nucleolus fast nie. Nur bei der grossen Mastigamoeba aspera (T. 39, 9) beobachtete F. E. Schulze in dem ansehnlichen Kernkörper zahlreiche helle Flecke und konnte auch deutliche, wenngleich wenig energische Gestaltsveränderungen desselben wahrnehmen. Die helle Zone, welche

diesen Kernkörper umgibt und die wohl der mit Kernsaft gefüllten Höhle der übrigen bläschenförmigen Kerne entsprechen dürfte, zeigt hier seltsamer Weise eine zugespitzte Verlängerung, welche sich bis zur Geisselbasis erstreckt, hinter welcher der Kern stets in geringer Entfernung lagert.

Bei einigen kleinen Formen (Trichomonas, Hexamitus und Trepomonas) zeichnet Stein den Kern als ein kleines rundes dunkles Körperchen, also etwa wie den Nucleolus des gewöhnlichen bläschenförmigen Kernes und Blochmann bestätigte dies für Trichomonas. Auch ich sah bei Trepomonas gewöhnlich einen solchen Kern, da aber zuweilen dennoch ein schmaler heller Hof ihn umzieht, so vermuthe ich, dass der Kernbau im Wesentlichen auch hier ein bläschenförmiger ist, nur mit relativ sehr ansehnlichem Nucleolus, resp. sehr spärlicher Kernsaftzone. Aehnlich fand ich auch den Bau des Kernes bei Hexamitus inflatus.

Gewöhnlich zeigt die helle Kernsaftzone der erwähnten bläschenförmigen Nuclei auch bei Behandlung mit Reagentien nichts von feineren Structurverhältnissen. Die einzige Ausnahme bildet bis jetzt die Monas vivipara (T. 40, 13c). Hier sah ich den Nucleolus von einer etwas knotigen und wahrscheinlich netzigen Hülle umschlossen, von welcher feine Fädchen zur Kernhülle ausstrahlten.

Eine Weiterbildung dieses Zustandes mit rudimentärem Kernnetz stellen wohl gewisse Kernbildungen dar, welche unter den Euglenoidinen sehr verbreitet sind und die sich dem Hauptkerne mancher Ciliaten anreihen.

Der Charakter dieser Kerne, welche gewöhnlich eine mehr ovale Gestalt besitzen, besteht zunächst darin, dass der Nucleolus im Verhältniss zu dem gesammten Kernvolum relativ viel kleiner ist, ferner namentlich darin, dass zwischen ihm und der Kernhülle, nach Anwendung von Gerinnungsmitteln eine meist sehr fein granulirte, seltner etwas grobkörnigere und gut tingirbare Substanz auftritt. Auch im frischen Zustand zeigen diese Kerne häufig schon ziemlich deutliche Spuren dieser Substanz. Klebs gelang es dann neuerdings, eine verschlungen-fadige oder netzige Structur dieser Gerüstsubstanz der Euglenen nachzuweisen. Nach Behandlung mit Reagentien sieht man auch bei diesen Kernen um den Nucleolus gewöhnlich noch eine lichte Zone, worauf erst die granulirte Gerüstsubstanz beginnt, deren Grenze gegen diese Zone häufig etwas dichter und dunkler erscheint. Der Nucleolus erscheint zwar auch hier gewöhnlich ganz homogen, zuweilen tritt jedoch in ihm auch ein heller vacuolenartiger Fleck auf (Urceolus, Astasiopsis [Bütschli]*) T. 47, 5a und 4b). Als seltner Fall ist schliesslich noch zu erwähnen, dass Klebs bei der Euglena sanguinea im Kern 4—5 dichtere, nucleolusartige Massen beobachtete. Wie gesagt, ist es sehr wahrscheinlich, dass die soeben geschilderten Kernformen nur weitere Entwicklungszustände der gewöhnlichen bläschenförmigen Kerne sind. Dies

*) Ich habe oben p. 701 für diese Formen den ursprünglich für eine derselben von Dujardin gebrauchten Namen „Cyclidium" verwerthet, derselbe ist jedoch von Ehrenberg schon einer Ciliate gegeben worden.

scheint namentlich auch daraus hervorzugehen, dass bei gewissen Formen (Petalomonas abscyssa) zuweilen Kerne der ersten, zuweilen solche der zweiten Art angetroffen werden. Auch Anisonema grande zeigt vielleicht einen solchen Wechsel, da ihr Stein deutlich einen bläschenförmigen Kern zeichnet, wogegen ich einen granulirten, nucleolusfreien beobachtete.

Es scheint nämlich sicher, dass schliesslich noch bei manchen Formen Kerne vorkommen, welchen ein Nucleolus ganz fehlt und deren Substanz durchaus von der geschilderten granulirten, resp. netzigen Masse gebildet wird. So fand ich wenigstens die Kerne gewöhnlich bei Phacus und Anisonema, Klebs neuestens bei Euglena Ehrenbergii. Auch die interessante Oxyrrhis besitzt nach den Untersuchungen Blochmann's einen derartigen Nucleus.

Hiermit hätten wir das Wenige, was bis jetzt über den feineren Bau der Flagellatenkerne bekannt ist, erschöpft und reihen hieran gleich einige Bemerkungen über ihren Theilungsvorgang. Wie zu erwarten, ist hierüber bis jetzt noch weniger bekannt, immerhin jedoch soviel, dass dieser Vorgang sich im Wesentlichen den genauer erforschten Kerntheilungsprocessen anreihen lässt. Wenn wir die heute ziemlich allgemein adoptirte Unterscheidung der Kerntheilungsvorgänge in directe und indirecte auf unsere Flagellaten anzuwenden versuchen, so gerathen wir in einige Schwierigkeit, welcher der beiden Kategorien wir die Vorgänge unterordnen dürfen. Gesicherte Beobachtungen der Kerntheilung machten bis jetzt hauptsächlich Bütschli und Stein. Der letztere stellt die Theilung für eine ganze Reihe bläschenförmiger Kerne in einer Weise dar, die sich ganz dem früher adoptirten Schema der directen Kerntheilung anschliesst. Kern sammt Nucleolus strecken sich in die Länge, werden zuerst oval, hierauf bandförmig, schliesslich durch eine mittlere Einschnürung bisquitförmig, worauf sich der Zerfall in zwei Kerne vollzieht, dessen nähere Details jedoch aus den Abbildungen nicht zu entnehmen sind. Das was Bütschli über die Theilung der bläschenförmigen Kerne bei Entosiphon beobachtete, schliesst sich im Allgemeinen innig an die Darstellung Stein's an, lässt jedoch erkennen, dass der Theilungsact deutliche Anklänge an die indirecte Kerntheilung darbietet. Hiernach zeigt sich nämlich der Nucleolus auf dem bandförmigen Stadium deutlich aufgelöst in eine Anzahl der Kernaxe paralleler feiner Fasern, deren Enden dunkler und verdickt erscheinen, also wahrscheinlich den Chromatinelementen einer schon getheilten und in die beiden Kernpole gerückten Kernplatte entsprechen dürften. Aehnliches wurde später auch auf dem entsprechenden Theilungsstadium von Chilomonas beobachtet. Auf dem nächsten Stadium, das schon eine bisquitförmige Einschnürung zeigte, war dagegen die streifige Differenzirung nicht mehr deutlich (T. 46, 9). Neuere Beobachtungen an Chilomonas lehrten, dass auf dieses Stadium, ähnlich wie bei der Theilung der Nebenkerne der Ciliaten ein weiteres folgt, wo die beiden neuen Kerne sich schon deutlich abgerundet und bläschenförmig, sowie weit getrennt vorfinden, jedoch noch durch einen feinen dunklen Verbindungsfaden, der

zwischen den Kernhüllen ausgespannt ist, vereinigt sind*). Schliesslich wird auch dieser einreissen und schwinden. Erwähnenswerth ist noch, dass die Kernhülle während dieser Theilungsvorgänge stets deutlich sichtbar ist. Gelegentliche neue Beobachtungen an Euglena viridis zeigten mir, dass bei der Kerntheilung eine deutliche Spindel mit zarter Kernplatte auftritt und Blochmann's Beobachtungen über die Theilungsvorgänge der Oxyrrhis erweisen gleichfalls eine Kerntheilung mit längsstreifiger Differenzirung. Aus diesen Erfahrungen dürfen wir daher schliessen, dass die Kerntheilung unserer Flagellaten sich der sogen. indirecten Kerntheilung im Allgemeinen anschliesst.

Weiterhin scheint mir jedoch aus diesen Beobachtungen sicher hervorzugehen, dass die Darstellungen, welche Dallinger und Drysdale von der Kerntheilung gewisser Flagellaten gaben, irrthümliche sind. Bei Tetramitus und der eigenthümlichen Dallingeria wollen sie eine einfache Durchschnürung des Kernes, ohne vorhergehende Längsstreckung desselben beobachtet haben, wobei die Durchschnürung des Zellplasmas nahezu gleichzeitig mit der des Kernes geschehe. Bei der sogen. „springing monad" dagegen (wahrscheinlich = Bodo saltans [Ehrbg.] Stein) soll der neue Kern überhaupt nicht durch Theilung des alten entstehen, sondern dicht neben diesem als ein sehr kleines, allmählich zu der Grösse des alten Kernes heranwachsendes Körperchen auftreten, das jedoch seltsamer Weise mit dem alten Kerne durch ein feines Fädchen verbunden sei. Wie gesagt, halten wir diese Beobachtungen nicht für gesichert und werden darin noch durch den Umstand bestärkt, dass die Darstellungen, welche die englischen Forscher von dem Bau des Kernes geben, mehrfach sehr ungenau sind und dass sie ihn andrerseits auch bei einigen Formen gar nicht beobachteten. Auch bei S. Kent finden wir keine genaueren Beobachtungen über die Kerntheilung, nur bei einer Oikomonas wird dieselbe (T. 13, Fig. 61) dargestellt, doch in einer Weise, die ich nicht für richtig halten kann, wenngleich sie sich unseren obigen Schilderungen näher anschliesst als die Angaben Dallinger's und Drysdale's.

Zum Beschlusse unserer Besprechung der Kernverhältnisse müssen wir noch kurz der eigenthümlichen und sehr abweichenden Ansichten gedenken, welche Künstler (190) neuestens über den Bau und die Bedeutung des Nucleus der Cryptomonas entwickelte. Derselbe besitzt nach ihm nicht einen einfachen ansehnlichen Nucleolus, wie dies frühere Forscher allgemein fanden, sondern zahlreiche kleine, welche in eine feinvacuoläre plasmatische Masse, die eigentliche Kernsubstanz eingebettet sind. Diese Nucleoli seien weiter dadurch ausgezeichnet, dass sie sich durch Theilung vermehren. Als ganz besondere Eigenthümlichkeit, von welcher bis jetzt kein anderer Forscher bei irgend einem Flagellaten etwas sah, beschreibt K. einen Kanal, der von dem Kern entspringend bis zum sogen. Peristom der Cryptomonas zu verfolgen sei und hier etwas dorsalwärts von der Mundöffnung ausmünde. Etwa in der Mitte seines Verlaufes besitze dieser Ausführungsgang eine Anschwellung, welche bei der gleich zu erwähnenden, vom Kern ausgehenden Fortpflanzung als eine Art Uterus functionire. Ausserdem glaubt sich unser Forscher noch von der Gegenwart eines zweiten kernartigen plasmatischen Körpers überzeugt zu haben, der dicht neben und etwas nach hinten von dem ersteren liege und gleichfalls einen ähnlichen Ausführgang besitze, der direct neben dem des eigentlichen Kernes münde.

Künstler ist nun überzeugt, dass der Kern das Fortpflanzungsorgan der Cryptomonas sei, und zwar functionire er hierbei in der Weise, dass sich von seiner Masse kleine Knospen, die je einen Nucleolus enthielten, abschnürten und in den Ausführgang gelangten. In dessen erweitertem sogen. Uterus finde man häufig bis vier solcher Jungen. Dieselben entwickelten sich hier weiter, indem sie wüchsen und allmählich die Organisationsbestandtheile der Cryptomonas

*) Einen solchen Zustand scheinen auch schon Dallinger und Drysdale bei ihrer sogen. „springing monad" (wahrscheinl. = Bodo saltans) gesehen zu haben (145, T. 41, Fig. 8).

erlangten. Der Nucleolus werde zu dem ihres Kernes, indem er sich mit einer Plasmalage umhülle, der eigentlichen Kernsubstanz. Wenn diese Sprösslinge eine gewisse Entwicklungsstufe erreicht haben, werden sie durch die Mündung dieses Kernkanals ins Freie geboren. als noch farblose, jedoch schon mit den beiden Geisseln versehene Junge.

In dem zweiten kernartigen Körper glaubt K. entweder ein Excretionsorgan oder, was ihm wahrscheinlicher dünkt, ein männliches Organ im Gegensatz zu dem weiblichen Kern erblicken zu dürfen, worin ihn namentlich bestärkt, dass er zuweilen zwei Individuen mit ihren Mundenden vereinigt herumschwimmen sah, worin er denn Begattungszustände vermuthet. Dieselben Fortpflanzungserscheinungen will Künstler auch, wenngleich nicht so ausführlich, bei dem Chilomonas Paramaecium beobachtet haben.

Eine eingehende Kritik dieser von allem Bekannten so total abweichenden Darstellungen wird sich nur an der Hand controlirender neuer Beobachtungen ausführen lassen, dennoch durfen wir hier unsere Ueberzeugung aussprechen, dass erneute Untersuchungen sicherlich die Unhaltbarkeit der meisten Angaben Künstler's darlegen werden und dass weiterhin auch in der Abtheilung der Flagellaten der Kern nicht das Fortpflanzungsorgan ist, wozu ihn Stein auf Grund irrthümlicher Beobachtungen gleichfalls stempeln wollte. Auch Balbiani (199) hat sich schon sehr zweifelnd über die Künstler'schen Untersuchungen geäussert und wir schliessen uns ihm darin vollständig an.

G. Fortpflanzung.

Der bis jetzt allein mit Sicherheit erwiesene Vermehrungsvorgang der Flagellaten ist stets ein Theilungsprocess, wie dies ja für die Protozoën fast durchaus gültig ist. Die später zu besprechenden Mittheilungen über innere Keimbildung gewisser Formen erscheinen bis jetzt theils noch unsicher, theils entschieden unrichtig. Auch die Erzeugung sehr zahlreicher kleiner sporenartiger Körperchen, wie sie von einigen Beobachtern bei wenigen Flagellaten beschrieben wird, dürfte sich, wenn wirklich begründet, auf Theilungsprocesse zurückführen lassen, da Uebergangsstufen zwischen Theilung in eine geringere Zahl von Sprösslingen und in sehr zahlreiche kleine, welche zu derartigen Sporen überzuleiten scheinen, beobachtet worden sind.

Der Theilungsact kann jedoch bei den Flagellaten in recht verschiedenen Weisen verlaufen und zwar können wir zunächst unterscheiden zwischen 1) der Theilung im freibeweglichen Zustand und 2) der Theilung im ruhenden Zustand, wobei gewöhnlich eine Encystirung die Ruhe bedingt. — Diese beiden Theilungsarten sind jedoch keineswegs etwa auf verschiedene Formen beschränkt, sondern finden sich häufig bei denselben Formen vor, d. h. nachdem dieselben sich eine gewisse Zeit lang durch Theilung im beweglichen Zustand vermehrten, tritt unter gewissen Bedingungen ein Ruhezustand auf, welcher nicht selten ebenfalls mit Vermehrung verbunden ist. Häufig, jedoch nicht immer, wird dieser Ruhezustand durch einen Copulationsact zweier (selten mehrerer) Individuen eingeleitet, doch scheint vielfach, wenigstens bei den niederen Formen die Copulation nur eine facultative zu sein, während sie allmählich bei höheren Gruppen zu einem mit Regelmässigkeit in den Vermehrungsvorgang eingeschalteten Act wird und schliesslich durch Differenzirung der sich copulirenden, besonders ausgezeichneten Individuen in

spermoide und ovoide*) sich zu einer directen Vorstufe der geschlechtlichen Fortpflanzung der höheren Cryptogamen und der Metazoën erhebt. Diese besondere Bedeutung der Copulationserscheinungen unter den Flagellaten macht erforderlich, dass wir ihnen später einen besonderen Abschnitt widmen und hier zunächst die einfachen Vermehrungsprocesse durch Theilung betrachten, indem wir einstweilen von der Frage absehen, inwiefern dieselben etwa durch vorhergegangene Copulation bedingt, resp. unterstützt worden sind.

Naturgemäss beginnen wir unsere Betrachtung mit den

a) Theilungsvorgängen im beweglichen Zustand.

1) Einfache Zweitheilung und feinere Vorgänge bei der Theilung überhaupt. Da der bewegliche Zustand unserer Flagellaten selbst ein etwas verschiedener sein kann, so muss auch der Theilungsprocess hierdurch beeinflusst werden und wir könnten hiernach unterscheiden 1) Theilung im normalen durch Geisseln bewegten Zustand, 2) im geissellosen Zustand, welcher durch Verlust der Geisseln entstand, ohne Rücksicht darauf, ob die betreffende Form dann noch beweglich oder bei mangelnder Contractilität unbeweglich ist und 3) Theilung im amöboiden geissellosen Zustand, welchen ja gewisse Formen häufig annehmen.

Unter diesen Theilungsmodi ist der ersterwähnte der gewöhnliche, der zweite dagegen selten beobachtet worden; die Euglenen, welche ja ihre Geissel leicht abwerfen, liessen ihn gelegentlich wahrnehmen, weiterhin die nahe verwandte Gattung Colacium, welche sich regelmässig im geissellosen Zustand vermehrt, und ähnlich verhält sich die zu den Chlamydomonadinen gehörige Gattung Chlorangium. Dagegen wurde die Theilung im amöboiden geissellosen Zustand bis jetzt nur von Cienkowsky bei Ciliophrys constatirt, wobei die beiden Theilsprösslinge in den Flagellatenzustand übergehen. Bei dieser Gelegenheit bemerken wir gleich, dass diese Erfahrung das Einzige ist, was wir bis jetzt von dem Fortpflanzungsprocess der Rhizomastigoda kennen.

Da die Theilungserscheinungen im normalen und die im geissellosen Zustande keine tiefergreifenden Unterschiede zeigen, so können wir dieselben gemeinsam erörtern.

Die Theilung ist entweder eine einfache Längs- oder Quertheilung, zwischen welcher sich jedoch auch Uebergänge finden, bei welchen die Theilungsebene mehr oder minder schief zur Körperaxe verläuft. Dagegen scheint es in hohem Maasse zweifelhaft, ob sich im nichtencystirten Zustande gelegentlich auch eine simultane Theilung in eine grössere Zahl von Sprösslingen finde.

*) Wir wollen uns dieser Ausdrücke für die differenzirten Copulationsindividuen bedienen, dagegen die Bezeichnungen weibliche und männliche Individuen vermeiden, da die Copulationsindividuen der Protozoën weder morphologisch noch physiologisch den weiblichen und männlichen Individuen der Metazoën vergleichbar sind, sondern den Geschlechtsproducten derselben. Wir verwerthen für zur Copulation bestimmte Individuen gelegentlich auch die Bezeichnung „Gameten", deren sich die Botaniker gewöhnlich bedienen.

Im Allgemeinen herrscht ganz entschieden die Längstheilung vor, doch wurden auch ganz sichere Fälle von Quertheilung beobachtet, wenngleich eine Anzahl der angeblichen Quertheilungszustände sicherlich auf irriger Beobachtung basiren.

Gleichzeitiges Vorkommen der Längs- und Quertheilung bei einer und derselben Form scheint dagegen bis jetzt nur bei gewissen Chlamydomonadinen constatirt zu sein und die spätere genauere Betrachtung dieser Fälle wird zeigen, dass die scheinbare Quertheilung vielleicht doch auf eine Modification der Längstheilung zurückführbar ist.

Schon Ehrenberg behauptete bei einigen Monadinen Längs- und Quertheilung gleichzeitig beobachtet zu haben und diese Angaben wiederholen Dallinger und Drysdale für ihre „springing monad“ (= Bodo saltans Ehrbg., St.). Doch werde ich gleich zu zeigen versuchen, dass die vermeintliche Quertheilung wohl nur ein Endstadium der Längstheilung war.

Orientiren wir uns zunächst über das Vorkommen der beiden Theilungsmodi. Unter den Monadinen herrscht die Längstheilung durchaus, mit Ausnahme der Familie der Bicoecidae und der Gattung Epipyxis (der Dinobryoninae), bei welchen sich nach Stein und Kent sicher Quertheilung findet*).

Abweichend würde sich weiterhin eine Cercomonas nach den Untersuchungen Dallinger's und Drysdale's verhalten (145, I). Dieselbe (wahrscheinlich identisch mit C. longicauda Duj., St.) soll sich quertheilen, doch scheint mir dieser Vorgang hier um so zweifelhafter, als Stein gerade bei dieser Form die Längstheilung sicher erwiesen hat (T. 39, 11 c). Auch hier lassen sich die angeblichen Quertheilungszustände wahrscheinlich auf spätere Stadien des Längstheilungsprocesses zurückführen. Unsicher scheint mir ferner der etwas schiefe Quertheilungsprocess, welchen Kent seiner Ancyromonas zuschreibt, obgleich die Abbildungen (s. T. 40, 7b) denselben anscheinend sicher erweisen. Der Umstand jedoch, dass bei der Quertheilung dieser Form das Hinterende des ursprünglichen Individuums durch Entwicklung einer neuen Geissel zu dem Vorderende des hinteren Sprösslings werden soll, ruft Zweifel an der Richtigkeit dieses Vorgangs wach, da ein solcher unter allen übrigen Theilungsprocessen der Flagellaten ganz isolirt stände. Für ganz unsicher halte ich auch die von Kent (p. 273) bei Cephalothamnium beschriebene Quertheilung.

Ebenso allgemein verbreitet ist die Längstheilung unter den Isomastigoda, doch finden sich auch hier einzelne Ausnahmen, so nach Stein sicher bei Stylochrysalis (T. 44, 6) und bei gewissen Chlamydomonadinen ist, wie erwähnt, ein Wechsel in den Theilungsrichtungen scheinbar vorvorhanden. Ebenso erscheint ein vorzügliches Beispiel der Quertheilung unter den Cryptomonadinen, wo sich nämlich die Gattung Oxyrrhis (T. 45, 12c), im Gegensatz zu den übrigen, nach übereinstimmenden Angaben von Fresenius, Cohn und Kent, sowie den Untersuchungen Blochmann's, quertheilt.

*) Für sehr unwahrscheinlich halte ich die Angabe Cienkowsky's (134), dass die Monas Guttula sich gleichzeitig in eine grössere Anzahl von Individuen theilen könne; die ohne nähere Beschreibung gegebene Abbildung (T. 40, 12c) zeigt eine jedenfalls in vorgeschrittener Längstheilung begriffene Form, mit einer Anzahl sehr unregelmässiger mittlerer Einschnürungen. Ebenso zweifelhaft erscheint die weitere Angabe, dass sich auch durch Hervorwachsen eines Zweiges, der sich später individualisire, also durch eine Art Knospung, neue Individuen bilden sollen. Wahrscheinlich handelte es sich hierbei nur um energische amöboide Vorgänge, wie sie sich ja bei Monas häufig finden.

Entgegen Stein muss ich aber die Theilung seiner Nephroselmis (T. 44, 7b) nicht für Quer- sondern Längstheilung halten; die Ansicht Stein's basirt darauf, dass er die Längsaxe der Nephroselmis irriger Weise der Längsaxe der übrigen Isomastigoda verglich, während sie jedenfalls einer Queraxe dieser letzteren entspricht.

Unter den Euglenoidinen ist kein Beispiel der Quertheilung bekannt und dies gilt auch wohl sicher für die Heteromastigoda.

Nur bei zwei Bodoarten (Bodo saltans und Bodo uncinatus Kent = ? Bodo caudatus [Duj.] Stein) wollen Dallinger und Drysdale Quertheilung gefunden haben. Für die erstgenannte Form soll dieselbe gemeinsam mit Längstheilung auftreten. Mir scheinen jedoch auch diese Angaben sehr zweifelhaft, da eine Verwechselung später Längstheilungszustände mit Quertheilung leicht möglich ist.

Bei genauerer Betrachtung des Theilungsprocesses halten wir uns naturgemäss zunächst an die auch eingehender studirte Längstheilung. Der eigentlichen Durchschnürung des Körpers geht stets eine Vermehrung seiner Hauptorgane zuvor. Der Kern beginnt seine Vorbereitungen zur Theilung schon bevor sich eine Andeutung der Einschnürung zeigt, ebenso tritt schon zuvor die Vermehrung der Geisseln und contractilen Vacuolen ein, wie sich denn auch frühzeitig ein neuer Mund- und Schlundapparat bildet, insofern das sich theilende Wesen einen solchen besitzt.

Da wir das Speziellere über den Theilungsprocess des Kernes schon früher berichteten, so fügen wir hier nur bei, dass derselbe sich stets senkrecht zur späteren Theilungsebene verlängert.

Zunächst bedarf der Vermehrungsact der Geisseln einige Worte der Erläuterung.

Dass bei der Längstheilung geisseltragender Flagellaten zuvörderst eine Verdoppelung der Geisseln eintritt, war schon Ehrenberg bekannt und wurde später namentlich von Perty für eine ziemliche Anzahl von Formen genauer dargestellt. Die in verdoppelter Anzahl vorhandenen Geisseln sind, wie bemerkt, schon vorhanden, bevor sich die Einschnürung des Körpers selbst bemerklich macht und stehen immer ganz dicht zusammen an denselben Orten, wo sich zuvor die unverdoppelten Geisseln fanden. Die Frage nach dem näheren Vorgang der Geisselverdoppelung ist bis jetzt controvers. Jedenfalls vollzieht sich dieser Vorgang gewöhnlich sehr rasch, da die meisten Beobachter, so namentlich Stein, der viele Theilungszustände beobachtete, fast gar nichts davon gesehen haben. Nur James-Clark, sowie Dallinger und Drysdale wollen in einigen Fällen beobachtet haben, dass die Geisseln sich durch eine Spaltung in ihrer ganzen Länge vermehren.

James-Clark schildert diesen Process für Anthophysa, Dallinger und Drysdale dagegen wollen Entsprechendes bei dem Bodo saltans, der sogen. Dallingeria und dem Tetramitus rostratus beobachtet haben. Doch hat James-Clark den Spaltungsprocess der grossen Hauptgeissel der Anthophysa nicht direct beobachtet, sie wurde nur etwas undeutlich und dann waren plötzlich zwei neue da, welche zu beiden Seiten der nun etwas verdickten und noch nicht verdoppelten kleinen Nebengeissel standen. Auch die Angaben Dallinger's und Drysdale's scheinen mir nicht hinreichend beweisend zu sein. Die Behauptung Dallinger's, dass sich die vordere Geissel der eigenthümlichen Dallingeria (T. 46, 12) durch Spaltung verdoppele, wird durch die beigegebenen Figuren durchaus nicht erwiesen, welche sämmtlich

schon ganz getrennte Geisseln zeigen. Bei Tetramitus rostratus schildern die englischen Forscher einen Längstheilungsvorgang, der mit dem sonst allgemein beobachteten durchaus nicht harmonirt. Hier soll zunächst keine Verdoppelung der vier Geisseln zu acht statthaben, sondern die vier Geisseln paarweise auseinanderrücken und der Körper hierauf durch Längsdurchschnürung in zwei zweigeisselige Individuen zerfallen. Erst an diesen soll nun die Verdoppelung der Geisseln zu vier geschehen, indem jede durch eine an ihrem freien Ende beginnende Spaltung, welche sich schliesslich bis zur Basis fortsetzte, in zwei zerfalle. Diesem durch Abbildungen eingehend erläuterten Process stehen nun aber die Beobachtungen Perty's und Stein's direct entgegen, welche Beide schon vor der Durchschnürung eine Verdoppelung der Geisselzahl deutlich beobachtet haben (T. 45, 13 c). Entweder müssten wir also annehmen, dass bei unserer Form der Längstheilungsprocess in zwei ganz verschiedenen Weisen verlaufe oder die Beobachtungen Dallinger's und Drysdale's für irrthümliche halten. Ich glaube, dass die letztere Alternative die wahrscheinlichere ist, da der beschriebene Theilungsvorgang ganz isolirt stände.

Wie bemerkt, geben die beiden englischen Forscher dieselbe Vermehrungsart auch für die hintere Geissel einer wahrscheinlich mit Bodo saltans identischen Form an und zwar wollen sie diesen Vorgang sowohl bei der Längs- wie Quertheilung dieser Flagellate wahrgenommen haben. Hier soll sich jedoch die Geissel successive mit dem Fortschreiten der Körpertheilung spalten und zwar beginne die Spaltung nicht am freien Ende wie bei Tetramitus, sondern an der Geisselbasis und schreite von hier allmählich peripherisch fort. Möglich erscheint es zwar, dass sich hier wirklich eine solche Vermehrungsart der Geisseln findet, dennoch glaube ich, dass wir uns vorerst nicht völlig auf diese Beobachtung stützen dürfen, da wir aus Früherem wissen, dass die Mittheilungen unsrer beiden Forscher nicht immer ganz zutreffend sind und z. B. gerade für die letztbesprochene Form das behauptete gleichzeitige Vorkommen der Längs- und Quertheilung sehr zweifelhaft erscheint.

Wenn wir es im Gegensatz zu der vorstehend besprochenen Ansicht mit Balbiani (199) und Klebs für wahrscheinlich halten, dass die Verdoppelung der Geisseln in den meisten, ja vielleicht sämmtlichen Fällen durch Neubildung eines zweiten Geisselsystems geschieht, so stützen wir uns hierbei zunächst auf die erwiesene Mangelhaftigkeit der Beweise für die Spaltungslehre. Weiterhin auf die auch von den Anhängern der letzteren zugegebene Thatsache, dass sehr häufig Geisseln durch Neubildung aus dem Körperplasma entstehen. Dies gilt zunächst für sämmtliche sichere Fälle der Quertheilung, bei welcher der hintere Theilsprössling ein neues Geisselsystem bildet, das wegen seiner beträchtlichen Entfernung von dem alten ganz ohne Beziehung zu demselben sein muss. Weiterhin besitzen wir jedoch eine grosse Anzahl der deutlichsten Beweise für die Geisselneubildung bei der Vermehrung der Chlamydomonadinen und Volvocinen und bei allen denjenigen Vermehrungsvorgängen, die sich während eines geissellosen Ruhezustandes vollziehen u. s. f. Directe Beobachtung eines solchen Processes der Geisselneubildung gelang bis jetzt nur in ganz wenigen Fällen. Bei der Längstheilung des Dinobryon stipitatum St. sah Pelletan zunächst dicht neben der Basis der beiden alten Geisseln eine kleine zarte Erhebung sich bilden, welche sich bald in zwei spitzige Fransen sonderte, die Anlagen der beiden Geisseln. Dieselben zeigten von Anfang an einen Grössenunterschied und wuchsen allmählich zu der Länge der alten Geisseln aus, indem gleichzeitig das neue Geisselsystem etwas von dem alten wegrückte. Bei der Theilung der Euglenen sah Klebs die neuen Geisseln sehr langsam hervorwachsen,

„zuerst als ein steifes bald gekrümmtes und dann lebhaft hin und her zitterndes Stäbchen". Stein bemerkt, dass die sich neubildenden Geisseln der Euglenoidinen zuerst sehr fein und kurz seien. Als Unterstützung unserer Ansicht lässt sich vielleicht auch der von Stein beobachtete Längstheilungszustand von Anisonema grande anführen, bei welchem eine der beiden hinteren Schleppgeisseln eine sehr geringe Grösse besitzt und daher als die neuentstandene, im Hervorwachsen begriffene aufzufassen sein dürfte (T. 46, 8 b).

Nicht unerwähnt darf jedoch an dieser Stelle die bis jetzt nicht abzustreitende Möglichkeit bleiben, dass die Verdoppelung des Geisselsystems vor der Längstheilung zuweilen mit dem völligen Untergang der alten Geisseln verknüpft sein könnte und dann also die beiden Geisselsysteme der Sprösslinge gleicher Weise als Neubildungen entständen. So unwahrscheinlich dieser Vorgang auch erscheint, so lässt sich seine Möglichkeit doch erst dann sicher bestreiten, wenn reichere Beobachtungen über die Geisselvermehrung vorliegen, und ausserdem zeigen uns die Eugleninen thatsächlich einen solchen Vorgang, wenn auch unter gewissen Modificationen des gewöhnlichen Längstheilungsprocesses.

Aehnlich wie das Geisselsystem sich vor jeder Längstheilung verdoppelt, thun dies jedoch auch andere Organisationsbestandtheile. So verdoppelt sich bei Cercomonas nach den Erfahrungen Stein's der hintere Schwanzfaden, der ja auch im allgemeinen einer Geissel sehr nahe kommt, schon vor der Theilung wie eine solche*). Auch der hintere contractile Schwanzanhang des Dinobryon stipitatum entsteht schon vor der eigentlichen Theilung nach Pelletan, indem dicht neben der Basis des alten ein zweiter allmählich hervorsprosst. Dass die Verdoppelung des sogenannten Augenflecks eine regelmässige Erscheinung bei der einfachen Längstheilung der Chlamydomonadinen, Eugleninen und anderer Formen ist, wurde namentlich durch die Beobachtungen Stein's und neuestens für die Eugleninen durch Klebs überzeugend nachgewiesen. Ueber den Vorgang der Verdoppelung selbst spricht sich nur der Letztere aus, indem er denselben als eine einfache Theilung darstellt. Obgleich nun die Beobachtungen von Klebs in dieser Hinsicht nicht ganz einwurfsfrei zu sein scheinen, so liegt doch zunächst kein zwingender Grund vor, eine derartige Vermehrung des Augenflecks (speciell bei den Eugleninen) zu bezweifeln. Doch darf hieraus sicher nicht geschlossen werden, dass die Vermehrung jenes Organs stets in dieser Weise geschehe. Dies folgt ganz bestimmt aus der Erfahrung Bütschli's und Pelletan's, dass bei Dinobryon überhaupt keine Verdoppelung des Augenflecks der Theilung vorangeht, sondern derselbe bald dem einen, bald dem andern Sprössling

*) Bei der schon früher als sehr zweifelhaft bezeichneten Quertheilung einer Cercomonas, welche Dallinger und Drysdale beschreiben, soll der Schwanzfaden nicht vorgebildet werden, sondern aus dem zwischen den beiden Sprösslingen sich ausspannenden Plasmafaden hervorgehen, indem derselbe in zwei Hälften für die beiden Sprösslinge zerreisse. Ich halte dies natürlich für sehr unsicher.

verbleibt. Da nun auch der Sprössling, welcher ohne Augenfleck aus der Theilung hervorging, später sicher einen solchen erhält, so scheint dies gewiss nur durch Neubildung geschehen zu können.

Gegen die Ansicht von Klebs spricht auch mit Bestimmtheit die wohlbegründete Erfahrung, dass in vielen Fällen die Augenflecke als Neubildungen in Zellen entstehen, die ihrer früher entbehrten. Wir werden später bei den Chlamydomonadinen und Volvocinen dieser Erscheinung sehr häufig begegnen und andererseits kann es ja auch keiner Frage unterliegen, dass die Augenflecke zahlreicher Algenzoosporen erst bei der Entwicklung der Sporen in ihren Mutterzellen entstehen. Auch dürfte sich zur Zeit sicher kein Grund dafür beibringen lassen, dass diese neu gebildeten Augenflecke etwa schon früher im unpigmentirten Zustand vorhanden gewesen wären. Bei der Quertheilung von Epipyxis zeigt der hintere Theilsprössling schon frühzeitig seinen Augenfleck, hier dürfte es denn gleichfalls sehr unwahrscheinlich sein, dass dieser neue Augenfleck ein Theilproduct des alten, weit von ihm, an der Geisselbasis des vorderen Sprösslings gelegenen, sei (T. 42, 2 b).

Wir besprechen nun die Verdoppelung der contractilen Vacuolen vor Beginn der eigentlichen Längstheilung. Dieselbe geschieht hier in gleicher Weise wie bei den Infusorien, und dürfte es daher auch wie bei diesen keiner Frage unterliegen, dass die neue Vacuole nicht ein Theilungsproduct der alten ist, sondern einer wirklichen Neubildung ihre Entstehung verdankt. Dass hierüber Zweifel entstehen konnten, lässt sich dadurch erklären, dass bei der gewöhnlichen Längstheilung der Flagellaten die alten und neuen Vacuolen einander ursprünglich sehr nahe liegen, so dass die Idee ihrer Entstehung durch Theilung auftauchen konnte. Diese Ansicht wurde neuestens von Klebs für die Eugeleninen ausgesprochen, der mittheilt, dass das Vacuolensystem sich hier kurz vor Beginn der Einschnürung durch Theilung verdoppele. Im Grunde genommen bezieht sich jedoch seine Beobachtung eigentlich nur auf das früher beschriebene Reservoir (seine sog. Hauptvacuole), nur deren Theilung glaubt er gesehen zu haben, ohne jedoch den Vorgang näher ergründen zu können. Die eigentlichen Vacuolen hingegen, welche dieses Reservoir umlagern, werden in seiner Beschreibung nicht berücksichtigt. Es scheint mir nun auch, wie bemerkt, für diese, wie für alle wahren contractilen Vacuolen eine Vermehrung durch Theilung durchaus unglaublich und ihrer Natur entgegenstehend. Anders liegt dagegen die Frage für das sogen. Reservoir; dasselbe ist aber, wie wir früher gesehen haben, nicht als eine gewöhnliche contractile Vacuole zu betrachten, sondern als ein besonderes Organ, dessen Vermehrung durch Theilung nicht unmöglich erscheint.

Jedenfalls knüpft sich die Frage nach der Verdoppelung dieses Reservoirs der Eugleninen innigst an die nach der Vermehrung der Mund- und Schlundeinrichtungen an, mit welch letzteren das Reservoir der Eugleninen bekanntlich in sehr naher Beziehung steht. Leider ist nun bis jetzt weder bei dieser Abtheilung, noch bei einer anderen etwas über diese Frage ermittelt worden, nur so viel dürfen wir, gestützt auf die Analogie mit den Infusorien behaupten, dass es in hohem Grade unwahrscheinlich ist, dass die Verdoppelung dieser Organisations-

bestandtheile auf einer Theilung der alten beruhe, auch hier dürfte der neue Mund und Schlund eine Neubildung sein. Zweifelhaft erscheint auch dieser Umstand wesentlich nur wegen der durch die Längstheilung bedingten nahen Zusammenlagerung der verdoppelten Einrichtungen und wegen der Kleinheit der Wesen. Dagegen lässt sich bei der Quertheilung der Oxyrrhis auf das sicherste constatiren, dass das Peristom des hinteren Sprösslings ganz neu gebildet wird, genau wie bei der Quertheilung der Infusorien und damit also sicher auch die in jenem Peristom gelegene Mundstelle.

Eine stetige Vermehrung durch wahre Theilung erfahren dagegen die Chromatophoren bei dem Theilungsprocess unserer Flagellaten. Bei Gegenwart zahlreicher kleiner, wie bei den meisten Eugleninen, ist beim Theilungsact selbst keine Vermehrung der Chromatophoren zu constatiren; dieselben werden etwa hälftig auf die Theilsprösslinge vertheilt. Die Vermehrung der Chromatophoren vollzieht sich hier, wie es scheint, fortdauernd und zwar nach Klebs entweder durch allmähliche Durchschnürung in zwei Theile oder aber und häufiger durch Auftreten einer Trennungsebene in der gesammten Ausdehnung des Chromatophors, also ohne Einschnürung.

Bei Gegenwart weniger grösserer Chromatophoren vollzieht sich deren Vermehrung dagegen entweder erst kurz vor dem eigentlichen Theilungsact der Flagellaten oder wie es für einige Formen scheint, ziemlich Schritt für Schritt mit der Durchschnürung des Körpers. Das Letzterwähnte scheint wenigstens bei den Chlamydomonadinen mit grossem einfachem Chromatophor stattzufinden, da bis jetzt keine Beobachtung dafür spricht, dass schon vor Beginn der eigentlichen Theilung das Chromatophor eine Vermehrung erfahren habe. Aehnlich scheint auch bei der Quertheilung der Epipyxis und Stylochrysalis die Theilung der beiden Chromatophoren ziemlich gleichzeitig mit der Durchschnürung des Körpers zu geschehen, so dass jeder Sprössling schon von Anfang an seine zwei Chromatophoren in gehöriger Lage aufweist (Stein). Immerhin geben diese Beispiele keine genügende Sicherheit, dass die Durchschnürung der Chromatophoren sich nicht schon kurz vor der eigentlichen Körpertheilung vollzogen habe. Hierfür haben wir nämlich gleichfalls einige deutliche Beispiele. Zunächst die zu den Chlamydomonadinen gehörige Gattung Nephroselmis, wo Stein diesen Vorgang deutlich abbildet (T. 44, 7 b); weiterhin hat Bütschli nachgewiesen, dass bei Synura (T. 43, 1 a) die Vermehrung der beiden Chromatophorenplatten vor der eigentlichen Theilung geschieht und wohl sicher durch eine Längstheilung derselben.

Nur bei Dinobryon ist erwiesen, dass der Theilung keine Vermehrung der Chromatophoren vorangeht (Bütschli, Pelletan). Hier vertheilen sich die zwei Chromatophoren einfach auf die beiden Sprösslinge, so dass jeder derselben nur mit einer einzigen aus der Theilung hervorgeht. In diesem Falle folgt also die Vermehrung der Chromato-

phoren der Theilung nach. Möglich, jedoch nicht sicher erkennbar scheint derselbe Vorgang auch nach Stein's Abbildungen bei Chrysopyxis zu sein.

Ist im Chromatophor ein Pyrenoid mit oder ohne Amylumschale vorhanden, so geht dessen Theilung der des Chromatophors voraus, wie schon seit verhältnissmässig langer Zeit für die sogen. Amylumkerne der Chlamydomonadinen und gewisser Volvocinen bekannt ist. Auch Stein hat diesen Process für Chlamydomonas und Nephroselmis genauer dargestellt und Klebs neuestens nachgewiesen, dass er auch bei dem mit Pyrenoid versehenen Chromatophoren gewisser Euglenen nicht fehlt.

Nachdem nun in der geschilderten Weise die Verdoppelung der Geisseln, der contractilen Vacuolen, des Augenflecks etc. sich vollzogen hat und der Kern in die längsgestreckte Form übergegangen ist, beginnt gewöhnlich die eigentliche Längsdurchschnürung des Flagellatenkörpers. Zuvor dehnt sich der Körper meist etwas in die Breite, wobei dann auch die beiden Geisselsysteme etwas mehr auseinander rücken.

Der Vorgang der Durchschnürung selbst weist jedoch eine ziemliche Reihe Modalitäten auf. Zunächst kann die Einschnürung gleichzeitig in der gesammten Medianebene beginnen und so zu einer ziemlich gleichmässigen Durchschneidung des Körpers führen. Im Ganzen scheint dieser Modus jedoch nicht gerade häufig zu sein; nach meiner Erfahrung begegnen wir ihm bei der kleinen Oikomonas Termo (doch schildert Kent von derselben Gattung auch einseitige Durchschnürung); auch bei der Gattung Monas ist die Durchschnürung wahrscheinlich eine ziemlich gleichmässige und ähnlich bei der eigenthümlichen Dallingeria.

Bei weitem häufiger beginnt dagegen die Einschnürung zunächst einseitig an einem Körperende und schreitet erst allmählich auf das entgegenstehende fort oder geschieht überhaupt durchaus einseitig, so dass das entgegenstehende Körperende erst ganz zuletzt von der Einschnürung erreicht und durchschnitten wird. Den ersteren Fall sehen wir ziemlich wohl ausgeprägt bei den Gattungen Chilo- und Cryptomonas (T. 45, 9 d). Hier scheint zwar die Einschnürung noch ziemlich gleichzeitig in der gesammten Medianebene zu beginnen, doch schreitet sie nach meinen Erfahrungen am Hinterende rascher fort, so dass die hintere Einschnürung die vordere überholt und die schliessliche Durchschnürung sich in der vorderen Körperhälfte vollzieht. Stein dagegen zeichnet umgekehrt die Verbindung am längsten in der hinteren Körperhälfte; es wäre daher möglich, dass der Theilungsprocess in etwas verschiedener Weise verlaufen könnte.

Bei anderen Formen, so namentlich bei Cyathomonas, beginnt der Theilungsact entschieden zuerst am Vorderende und erst relativ spät greift die Einschnürung auf das Hinterende über (T. 45, 8 b). Dieser Process leitet nun direct über zu dem sehr häufigen, wo die Einschnürung am Vorderende beginnend, successiv bis zum Hinterende durchschneidet, so dass die beiden Sprösslinge schliesslich nur noch am äussersten Hinterende zu-

sammenhängen. Ein solcher Theilungsact scheint nach den Erfahrungen von Stein und Klebs ganz allgemein in der grossen Gruppe der Euglenoidinen verbreitet zu sein, und sich weiterhin auch bei den Heteromastigoda gewöhnlich zu finden (Bodo nach Dallinger und Drysdale, Entosiphon nach Bütschli und Stein). Auch bei den mit ihrem Hinterende festgehefteten Dendromonadinen und bei den koloniebildenden mit ihren Hinterenden vereinigten Synuren dürfen wir sicherlich den gleichen Theilungsvorgang annehmen. Clark's Darstellung bei Anthophysa spricht zwar nicht deutlich dafür, schildert jedoch auch einen nicht ganz normalen Theilungsact.

Selten scheint dagegen der Modus zu sein, dass die Einschnürung zuerst am Hinterende beginnt und hierauf allmählich gegen das Vorderende durchschneidet. Dergestalt schildern Dallinger und Drysdale den Theilungsvorgang bei Tetramitus und Stein denjenigen von Chlamydococcus rostratus Cienk. sp. (= fluviatilis St.).

Seltsam erscheint es, dass die sogen. Herpetomonas Muscae Burn. sp. anscheinend eine sehr grosse Mannigfaltigkeit des Theilungsvorgangs darbietet. Nach Stein soll die Einschnürung ihres langgestreckten Körpers in der Mitte beginnen (T. 40, 1e) und nun bald nach vorn (1g), bald nach hinten fortschreiten (1f), wobei dann die beiden Theilsprösslinge bald nur noch am hintern, bald dagegen am vorderen Körperende zusammenhängend getroffen werden, und zwar im letzteren Fall schliesslich nur noch durch die ihnen gemeinsame Geissel. Gerade letzterer Umstand jedoch, dass keine Vermehrung der Geissel diesem Theilungsprocess vorhergehen soll, macht ihn etwas verdächtig und legt die Vermuthung nahe, dass gewisse vermeintliche Stadien desselben vielleicht Copulationszustände waren.

Nicht wohl lösbar scheint mir augenblicklich die Frage, ob zwischen den Besonderheiten des Durchschnürungsvorgangs und der Lagerung des Kernes eine Beziehung existirt. Eine solche Frage erscheint ja nicht müssig, da bei dem einseitigen Theilungsprocess vieler Furchungskugeln der Kern stets der Stelle, wo die Einschnürung beginnt, genähert liegt. Wenngleich diese Frage bei unseren Flagellaten sich nicht bestimmt beantworten lässt, scheint doch von Interesse, dass nach den Beobachtungen von Klebs der Kern der Euglenen vor Beginn der einseitigen Theilung stets aus der centralen Lage ins Vorderende vorgeschoben wird.

Mag nun die Längstheilung verlaufen wie sie will, stets schreitet sie schliesslich so weit fort, dass die beiden Sprösslinge nur noch durch einen immer feiner werdenden Verbindungsfaden zusammengehalten werden, dessen Lage zu den beiden Sprösslingen natürlich von dem Verlauf der Einschnürung abhängt. Selbst die mit einer wohl ausgebildeten Cuticula versehenen Euglenen entwickeln einen mässig lang ausgesponnenen Verbindungsfaden recht deutlich. Fraglich scheint mir aber doch, wie sich in dieser Hinsicht die mit einer relativ so dicken und festen Cuticula ausgerüsteten Phacus- und Lepocinclisarten verhalten werden. Klebs, der ihre Längstheilung bis jetzt allein beobachtet haben will, gibt keinerlei

nähere Beschreibung des Vorgangs, der, meiner Ansicht nach, wegen der besondern Verhältnisse der Cuticula gewiss besonderes Interesse verdiente.

Bei den cuticulalosen oder doch nur mit einer Hautschicht versehenen Formen zieht sich der Verbindungsfaden zwischen den Sprösslingen häufig sehr lang aus, indem dieselben sich mehr und mehr von einander entfernen, bis er schliesslich einreisst und allmählich in die Körper der Sprösslinge zurückgezogen wird. Dabei zeigt sich nun häufig schon vor gänzlicher Durchschnürung ein Bestreben der Sprösslinge, ihre ursprünglich parallel gelagerten Längsaxen in gleiche Linie zu stellen, so dass gegen das Ende des Theilungsprocesses zwei scheinbar durch eine Quertheilung entstandene Sprösslinge mit ihrem Hinterende zusammenhängen. Sehr deutlich tritt dies bei kleineren Formen, so Monas, Oikomonas, Bodo etc. hervor, jedoch auch zuweilen bei der Theilung der Euglenen (Bütschli). Früher wurde schon darauf aufmerksam gemacht, dass derartige Zustände gewiss häufig für Quertheilungen gehalten wurden und speciell die von Dallinger und Drysdale beschriebenen Quertheilungen des Bodo in dieser Weise gedeutet.

Das Wenige, was wir bis jetzt über Quertheilungsprocesse einiger Flagellaten wissen, lässt nur erkennen, dass die Einschnürung wahrscheinlich stets ringförmig in der Körpermitte beginnt und gleichmässig bis zur Durchschneidung weitergeht.

2) Vermehrung durch fortgesetzte Zweitheilung mit Zerstreuung der Sprösslinge nach Abschluss des Theilungsprocesses.

Bei einigen Chlamydomonadinen findet sich eine sehr interessante Modifikation der gewöhnlichen Vermehrung durch Zweitheilung. Typisch tritt dieselbe bei den Gattungen Polytoma und Chlorogonium auf*), scheint sich jedoch unter Umständen, wenngleich selten, auch bei Haematococcus einzustellen. Wie schon der historische Theil zeigte, wurde dieser Vermehrungsact bei Polytoma seit Leeuwenhoek vielfach beobachtet. Die genauesten Untersuchungen lieferten Ant. Schneider (1854), Stein (1878) und Krassilstschik (1882); auch Dallinger und Drysdale zogen diesen Organismus in den Kreis ihrer Beobachtungen. Ueber Chlorogonium gab Ehrenberg (1838) die ersten Nachrichten, welche 1848 durch Weisse's Entdeckung der Mikrogonidien (Gameten) vermehrt wurden. Später vervollständigten Schneider (1854), Stein (1854 und 1878), Krassilstschik (1882) und schliesslich Klebs (1883) unsere Kenntnisse.

Das charakteristische des zu erörternden Vorgangs besteht darin, dass die Theilung des Körpers unter dem Schutz der früher beschriebenen Schalenhülle im freibeweglichen Zustande geschieht, jedoch nicht bei der Zweitheilung anhält, sondern successive weiter schreitet bis zu verschiedener Sprösslingszahl. Bei diesem gewissermassen ver-

*) Ebenso auch bei Chlorangium, hier jedoch durch die Festheftung und Koloniebildung dieser Gattung modificirt (vergl. daher das Nähere hierüber in dem Kapitel über die Koloniebildungen).

kürzten, resp. beschleunigten Zweitheilungsprocess tritt dann als weitere Modification hinzu, dass die in rascher Folge erzeugten Sprösslinge zunächst keine Geisseln erhalten, eine Geisselverdoppelung vor der Theilung also unterbleibt. Die Sprösslinge entwickeln ihre Geisseln erst kurz vor ihrer Trennung, wenn sie sich unter Zerreissung, resp. Auflösung der Mutterhülle isoliren. Dennoch bleiben die Theilungszustände bis kurz vor den Trennungsact der Sprösslinge dauernd beweglich, indem die beiden Geisseln der Mutterzelle sich bis dahin thätig erhalten. Diese auf den ersten Blick sehr sonderbare Erscheinung erklärt sich, wie ich mit Stein glaube, einfach dadurch, dass die beiden Geisseln stets mit einem der Sprösslinge im Zusammenhange bleiben, wie dies ja auch a priori nicht wohl anders denkbar ist.

Die Zahl der successiven Theilungsschritte und demnach auch die Zahl der gebildeten Sprösslinge ist in beiden Gattungen eine variable. — Bei Polytoma schwankt letztere zwischen 4 und 8, nur Dallinger und Drysdale wollen gelegentlich auch 16 Sprösslinge beobachtet haben. Im Allgemeinen scheint die Theilung gewöhnlich nur bis zur Vierzahl der Sprösslinge fortzuschreiten und Krassilstschik sucht nachzuweisen, dass sich bei P. spicatum gewöhnlich nur die erste, d. h. die aus dem Dauerzustand (Zygote) hervorgehende freie Generation achttheile, alle folgenden dagegen nur 4 Sprösslinge lieferten. Meine Beobachtungen an der gleichen Form zeigten mir jedoch eine ganze Anzahl Achttheilungen hinter einander, so dass ich diese Regel nicht für allgemein gültig erachte.

Auch bei Chlorogonium beschreibt Krassilstschik eine ähnliche Regelmässigkeit. Die erste freie Generation soll sich gleichfalls achttheilen, die folgenden dagegen gewöhnlich nur vier- seltner achttheilen. Chlorogonium besitzt aber die interessante Eigenthümlichkeit, dass nach einiger Zeit (nach Krassilstschik, etwa am 10. Tag der Infusion) eine erhöhte Theilbarkeit eintritt, welche gewöhnlich zur Bildung von 32 (seltner nur 16) kleineren, jedoch gleichfalls umhüllten Sprösslingen, den sogen. Mikrogonidien oder Gameten führt. Wie wir später sehen werden, sind diese kleinen Gameten zur Copulation bestimmt, sie schliessen daher den Generationscyclus des Chlorogonium ab. Auch bei dem nahe verwandten Chlorangium wurde diese Mikrogonidienbildung von Cienkowsky und Stein beobachtet.

Bezüglich der feineren Vorgänge bei dem Theilungsprocesse der beiden Gattungen sei bemerkt, dass bei beiden die erste Theilung fast immer eine deutliche Quertheilung ist (T. 43, 4 e). Doch will Stein bei Polytoma die erste Theilungsebene gelegentlich auch schief zur Längsaxe gefunden haben und beschreibt diesen Vorgang als den gewöhnlichen bei der Vier- und Achttheilung der Chlorogonien. Da jedoch nach Stein und Klebs bei der Gametenbildung dieser Gattung die Theilungen entschieden quer geschehen, so dürfen wir mit Letzterem wohl überhaupt an der angeblich schiefen Theilung der Chlorogonien zweifeln. Dieselbe wird wahrscheinlich dadurch vorgetäuscht, dass sich die Sprösslinge nach jeder

Theilung in die Länge*) strecken und schief neben einander legen, wie solches auch bei Polytoma häufig eintritt. Auf die erste Quertheilung folgt bei letzterer Gattung Längstheilung der beiden Sprösslinge (T. 43, 4 c), d. h. die Einschnürung verläuft ziemlich parallel zu der Axe des Mutterthieres und zwar nach Schneider gewöhnlich so, dass die Theilungsebenen der beiden Sprösslinge senkrecht zu einander stehen. In Bezug auf die Sprösslinge selbst scheinen mir jedoch nach Stein's Abbildungen die Furchungsebenen quer orientirt zu sein. Dies hängt damit zusammen, dass schon vor der ersten Quertheilung sich eine Art völliger Verlagerung der Regionen des Polytomakörpers zu vollziehen scheint. Dabei wird nämlich die Seite des Körpers, wo die Einschnürung zuerst beginnt, zur Vorderregion der beiden Sprösslinge, so dass also im Hinblick auf die Regionen der letzteren die Theilungsebene eigentlich eine Längsebene darstellt, wodurch also ein gewisser Anschluss an die gewöhnliche Längstheilung der übrigen Chlamydomonadinen vermittelt wird**). Zuweilen schieben sich nun auch die beiden ersten Sprösslinge nach der Theilung schief neben einander, indem sie sich etwas in die Länge strecken, und theilen sich nun quer (Schneider) (seltener längs?, Dallinger und Drysdale). Diese Quertheilung wird jedoch ebenso zu beurtheilen sein, wie die vorhergegangene. Das Genauere über die gelegentliche Achttheilung ist unbekannt.

Wie gesagt, entwickeln die Sprösslinge bei Polytoma und Chlorogonium erst kurz vor ihrer Trennung neue Geisseln. Nur Mereschkowsky sowie Dallinger und Drysdale wollen zuweilen schon an noch zusammenhängenden Theilzuständen der Polytoma Geisseln der Sprösslinge wahrgenommen haben, welche frei aus der Mutterhülle hervorragten. Jedenfalls ist dies kein gewöhnliches Vorkommniss. — Der Austritt der Sprösslinge geschieht bei beiden Gattungen gewöhnlich so, dass das Theilungsproduct zunächst zur Ruhe gelangt, indem die ursprünglichen Geisseln des Mutterwesens entweder rückgebildet werden oder ihre Bewegungen einstellen. Hierauf durchbrechen die Sprösslinge die Mutterhülle oder diese verschleimt und löst sich auf, was wenigstens bei Chlorogonium auch die entleerte Mutterhülle rasch thut. Zuweilen lassen sich an der entleerten Hülle sowohl bei Polytoma (Dallinger und Drysdale) wie Chlorogonium (Weisse, Stein) die ursprünglichen Geisseln noch deutlich erhalten beobachten.

Die eben genauer erörterten Vermehrungsvorgänge erhalten dadurch eine weittragende Bedeutung, weil die Koloniebildungen der Volvocinen ohne Zweifel von denselben herzuleiten sind, wie wir später sehen werden.

Sowohl bei Chlorogonium (Krassilstschik) wie bei Polytoma (Bütschli) findet man nicht selten sogen. Zwillingssprösslinge, d. h. unvollständig getheilte Sprösslinge, die aus unbekannten Gründen nicht zu völliger Durchschnürung gelangten. Ihre Hinterenden sind mehr oder min-

*) Auch bei dem entsprechenden Vermehrungsprocess des Chlorangium geschieht die Theilung nach Cienkowsky quer.

**) Bei der wahren Quertheilung der Flagellaten, so bei Oxyrrhis, ist dies Verhalten der Sprösslinge, wie geschildert, ein ganz anderes, da dieselben hier hintereinandergestellt sind, wie bei der Quertheilung der Ciliaten.

der ungetrennt, während die Vorderenden gesondert und jedes derselben mit dem zugehörigen Geisselsystem ausgerüstet ist. Derartige Zwillingsformen zeigen gar keine Neigung zu weiterer Durchschnürung, aber auch keine zu Verschmelzung. Stein hielt sie bei Chlorogonium irrthümlich für Copulationszustände und es scheint mir nicht unwahrscheinlich, dass auch die von ihm beschriebenen Copulationszustände eines Chlamydomonas pulvisculus (T. 43, 6 h) solche Zwillingssprösslinge waren. Auch die Mikrogonidien des Haematococcus bieten zuweilen entsprechende Abnormitäten dar, wie aus Cohn's Mittheilungen (101) hervorgeht.

b) Vermehrung durch einfache oder fortgesetzte Theilung im Ruhezustand.

Schon im Vorhergehenden hatten wir mehrfach Gelegenheit, auf die im ruhenden Zustand, d. h. zum mindesten nach Verlust der Geissel geschehende Theilung der Eugleninen hinzuweisen.

Die feineren Vorgänge dieses Längstheilungsprocesses haben wir schon früher geschildert, da sie sich in nichts von den gewöhnlichen unterscheiden, daher ist nur noch einiges über die von dem Ruhezustand bedingten Besonderheiten zu bemerken. Der Ausdruck Ruhezustand ist hier zunächst nicht so zu verstehen, dass die Eugleninen nach Verlust der Geissel und während des Theilungsvorgangs in absoluter Ruhe verharren, im Gegentheil zeigen gewisse metabolische Formen während des eigentlichen Durchschnürungsvorgangs recht lebhafte Contractionen der schon gesonderten Vordertheile der Sprösslinge und wie Klebs mehrfach beobachtete (namentlich Euglena deses und E. Spirogyra), wogt häufig das Plasma der beiden noch zusammenhängenden Sprösslinge hin und her, d. h. es findet eine wechselnde Strömung desselben aus dem einen in den anderen Sprössling statt.

Während nun bei gewissen Euglenaarten (so E. Spirogyra, variabilis Kl., tripteris Duj., acus O. F. M.), ferner bei Ascoglena, Phacus, Chloropeltis und wahrscheinlich auch Trachelomonas der Ruhezustand sich nur im Verlust der Geissel ausspricht, bildet sich bei den übrigen Euglenaarten (wenigstens gewöhnlich), vielleicht aber unter gewissen Umständen auch bei den übrigen Gattungen, vor der Theilung eine den Körper einschliessende Hülle aus, d. h. nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauch, es encystirt sich die Euglene.

Diese Hülle ist entweder eine schleimige, häufig etwas körnelige, welche je nach den Arten von äusserster Dünne bis zu mässiger Dicke schwankt, oder sie ist zu einer festeren und meist ziemlich dünnen Haut erhärtet. Bei dem Uebergang in diesen umhüllten Ruhezustand verändert die Euglene entweder ihre gewöhnliche Form nicht, d. h. langgestreckte Formen (wie z. B. Euglena deses), bleiben auch in diesem Zustande langausgestreckt oder es geschieht zuvor, wie dies ja bei Encystirungsprocessen gewöhnlich der Fall ist, eine Zusammenziehung zu eiförmiger bis kugeliger Gestalt. Innerhalb dieser Hülle nun vollzieht sich die Längstheilung in gewöhnlicher Weise.

Sehr eigenthümlich soll die Gallerthülle nach Carter's Beobachtungen bei der sogen. Euglena Tuba gestaltet sein, indem sie sich hier in eine ansehnliche röhrenförmige und an

ihrem Ende geöffnete Verlängerung fortsetzt. Es scheint mir möglich, dass diese Röhre, welche sich am vorderen Ende der Cyste finden soll, dem Gallertstiel der mit Euglena so nahe verwandten Gattung Colacium entspricht*).

Der Vermehrungsprocess der Euglenen im umhüllten Zustande wurde schon von Dujardin richtig beobachtet und später von zahlreichen Forschern (Meyen, Thuret, Cohn, Perty, Focke, Stein, Carter, Cienkowsky und Klebs) geschildert. Auch Ehrenberg hatte diese Ruhezustände jedenfalls schon beobachtet, hielt sie jedoch für abgestorben. Gewöhnlich tritt unter dem Schutze der Hülle nur eine einfache Zweitheilung ein, worauf die beiden Sprösslinge entweder nach Ausbildung ihrer Geisseln die Hülle verlassen oder in Ruhe weiter verweilen, indem sich um jeden eine Specialhülle ausbildet.

Nicht ganz selten scheint es jedoch auch vorzukommen, dass die noch zusammenhängenden Sprösslinge ihre Cysten verlassen, wenigstens erklären sich so am einfachsten die bei Euglena viridis und anderen hüllenbildenden Formen gelegentlich beobachteten freien, mit oder ohne Geisseln angetroffenen Längstheilungszustände. Schon Carter (109b) hat solche bei der Euglena deses, viridis und der fraglichen E. agilis beobachtet, jedoch nur bei letzterer als Theilungen gedeutet, die der beiden erstgenannten Formen dagegen als Conjugationen. Hierin folgte ihm später bezüglich der E. viridis Stein und erst Klebs wies sehr richtig darauf hin, dass diese angeblichen Conjugationen sicherlich nichts weiter wie unvollendete Längstheilungen waren.

Wie bemerkt, scheidet beim weiteren Verharren im Ruhezustande jeder Sprössling meist bald seine eigene Specialhülle aus. Nun kann jedoch das Wachsthum und die Vermehrung dieser ruhenden Sprösslinge durch weitere Zweitheilungen sich ungehindert fortsetzen, ohne dass sich zunächst ein beweglicher Zustand einschiebt. Hierbei erweitert sich natürlich die alte Hülle, je mehr neue Sprösslinge durch Theilung entstehen, mehr und mehr und umschliesst ein System ineinander geschachtelter Specialhüllen der Sprösslinge. Auf diese Weise bilden sich Zustände, welche zuerst Cienkowsky (118) genauer gekennzeichnet hat und richtig mit ähnlichen gewisser Protococcaceen (so Pleurococcus etc.) verglich. Da nun, speciell bei Euglena viridis häufig sehr grosse Mengen solcher in fortdauernder Vermehrung begriffener Ruhezustände dicht zusammengedrängt an der Oberfläche des Wassers oder auf dem Boden etc. sich finden, so schmelzen die Schleimhüllen benachbarter allmählich zusammen und so entstehen ansehnliche zusammenhängende Häute, welche in dichter Zusammendrängung Massen ruhender Euglenen umschliessen. Seit Ehrenberg sind solche Zustände häufig beobachtet worden und namentlich Cohn (1850) hat auf ihre Bildungsgeschichte eingehender hingewiesen.

Fraglich erscheint es, ob die gewöhnliche Regel, dass vor jeder neuen Theilung eine Specialhülle um die Sprösslinge entsteht, ganz durchgreifend ist. Die älteren Beobachter

*) Fraglich könnte es erscheinen, ob die sogen. Cysten der Euglena Tuba nicht eigentlich Dauerzustände sind; da jedoch Carter ausdrücklich ihre Vermehrung durch Theilung betont, so scheint dies ausgeschlossen. Nach der Carter'schen Darstellung und seinen Abbildungen scheint es jedoch wahrscheinlich, dass bei der Vermehrung der ruhenden Eugl. Tuba die Gallerthülle ähnlich wie bei Colacium mitgetheilt wird; was die Uebereinstimmung mit letzterwähnter Gattung noch vermehren würde.

wenigstens, wie Cohn (1850 und 1854). Perty (1852) und Carter (1856) behaupten übereinstimmend, dass die Theilung auch bis zu 4, 8, 16, ja 32 Sprösslinge fortschreiten könne, ohne dass hierbei der Bildung von Specialhüllen gedacht wurde. Obgleich man nun im Allgemeinen mit Recht geneigt sein wird, diese Angaben auf mangelhafte Beobachtung zurückzuführen, so scheint doch auch die Möglichkeit derartiger Theilprocesse zunächst noch beachtenswerth. Nur Perty behauptet übrigens gesehen zu haben, dass durch fortgesetzte Theilung aus einer grossen Euglena viridis 20 bis mehr kleine hervorgingen, also eine Art Mikrogonidienbildung*); bei der gewöhnlichen Vermehrungsart dagegen geht das Wachsthum ununterbrochen weiter, so dass eine erhebliche Verkleinerung der Sprösslinge meist nicht einzutreten scheint.

Auch Trachelomonas zeigt unter Umständen eine ähnliche Vermehrung im umhüllten Ruhezustande. Schon Perty beobachtete bei Tr. volvocina Theilung bis zu vier Sprösslingen in der Schale; ich fand bei Trach. hispida drei Sprösslinge, welche innerhalb der Schale noch in eine kugelige zartere Hülle eingeschlossen waren. Carter (1858) will bei einem grossen Trachelomonas sogar Sechzehntheilung in der Schale beobachtet haben, also möglicherweise eine Art Mikrogonidienbildung, doch bleibt unser Urtheil über diese Beobachtung unsicher, da Abbildungen fehlen.

An die geschilderten Vermehrungszustände der Euglenen schliessen sich die von Stein bei der Chromulina ochracea aufgefundenen nahe an. Auch hier geschieht die Vermehrung durch fortgesetzte Längstheilung unter dem Schutz einer kugeligen, sich dauernd erweiternden Schleimhülle bis zur Achttheilung (das letzte Stadium, welches beobachtet wurde). Dasselbe gilt ferner für die Chr. flavicans, wenn die von Stein beobachteten ruhenden Zustände sicher hierher gehören. Doch ist hier die Schleimhülle sehr dick und stark von Körnchen durchsetzt (T. 40, 6 b). Bei der Vermehrung in dieser sich successive vergrössernden Schleimhülle, welche wahrscheinlich die Gestalt einer etwas abgeplatteten Kugel besitzt, ordnen sich die Theilsprösslinge von der dritten Generation an zu einem peripherischen Ringe zusammen. Die Vermehrung wurde hier bis zur vierten Generation verfolgt.

Etwas modificirt, im Ganzen jedoch in entsprechender Weise verläuft auch die Fortpflanzung des von Woronin beschriebenen Chromophyton Rosanoffii, das überhaupt mit Chromulina nächstverwandt, wenn nicht identisch ist. Beim Uebergang in den Ruhezustand treten die in Torfmooren lebenden beweglichen Formen an die Wasseroberfläche, indem sie nach Woronin's Beschreibung deren Oberflächenhäutchen ge-

*) Auch ich sah bei der fortgesetzten Theilung der Euglena viridis eine successive Verkleinerung der Sprösslinge eintreten, eine Erscheinung, die einer genaueren Untersuchung bedürftig erscheint. Auch die angeblichen Cysten mit Zerfall des Inhalts in zahlreiche Sporen, welche Kent von Euglena viridis beschreibt, halte ich nur für mangelhaft beobachtete derartige Theilungszustände. Die Sporen sollen schliesslich in Gestalt kleiner grüner Amöben ohne Geissel und Augenfleck austreten. Ganz unsicher scheint mir dagegen vorerst die von dem gleichen Forscher erwähnte Fortpflanzung der Eutreptia durch Encystirung und Zerfall des Cysteninhalts in „unzählige" Sporen, welche schliesslich auch als geissellose Amöben hervortreten und hierauf erst eine, später die zweite Geissel entwickeln sollen.

wissermaassen durchbohren, ähnlich wie manche parasitische **Monadinen** die Haut der Algenzellen, in welche sie eindringen, durchbohren. Hierauf wird auch hier eine kugelige, jedoch nicht sehr dicke Schleimhülle gebildet, die als besondere Auszeichnung an ihrem, der Wasseroberfläche aufliegenden unteren Pole ein geöffnetes, festes, kurzes Röhrchen trägt. Unter allmählicher Erweiterung der Schleimhülle wurde die Vermehrung des ruhenden Chromophyton durch successive Zweitheilung (wahrscheinlich längsverlaufend) bis zur Achtzahl beobachtet. Häufig ereignet es sich auch hier, dass die benachbarten Ruhezustände mit ihren Schleimhüllen zu rundlichen oder unregelmässigen Massen zusammenschmelzen, deren Abstammung sich nicht selten noch deutlich constatiren lässt, indem sich die erwähnten Röhrchen der einzelnen Ruhezustände auch noch nach der Verschmelzung erhalten, so dass ihre Zahl die Menge der vereinigten einzelnen Cysten anzeigt. Der Wiederaustritt der erzeugten Sprösslinge geschieht, wenn dieselben wieder in Wasser untergetaucht werden, eine Erscheinung, die, wie wir später sehen werden, bei den Ruhezuständen zahlreicher Flagellaten hervortritt.

Fortpflanzung im Ruhezustand ist ferner für einer Anzahl Chlamydomonadinen die Regel und hier schon seit verhältnissmässig langer Zeit von vielen Forschern genauer untersucht worden. Die Gattungen Chlamydomonas, Haematococcus und Carteria werden, im Gegensatz zu den früher geschilderten Polytoma und Chlorogonium durch einen derartigen Fortpflanzungsprocess charakterisirt.

Ueber Chlamydomonas haben uns hauptsächlich die Untersuchungen von A. Braun (1851), Perty (1852), Fresenius (1856 und 58), Carter (1858), Cienkowsky (1865), Reinhardt (1876), Goroshankin (1876) und Stein (1878) Aufschlüsse gegeben. Sehr zahlreich sind bekanntlich die Untersuchungen über die Fortpflanzung des Haematococcus, von welchen wir namentlich die von v. Flotow, Vogt, Cohn (1850 und 1854), A. Braun (1851), Perty (1852), Cienkowsky (1856), Rostafinski (1875), Goroshankin (1876) und Stein hervorheben. Ueber die entsprechende Fortpflanzung der Carteria haben Fresenius (1856), Carter (1858 und 1869) und schliesslich Rostafinski (1871) gearbeitet.

Beschäftigen wir uns zunächst etwas eingehender mit den Erscheinungen bei Chlamydomonas und speziell dem gewöhnlichen Chlamydomonas pulvisculus. Derselbe geht in den ruhenden Zustand über, indem die Geisseln sich rückbilden und die Schalenhülle sich mehr oder weniger weit von dem Körper abhebt. Letzterer umkleidet sich nun sofort mit einer neuen dichtaufliegenden Hülle und vermehrt sich unter dem Schutze der Mutterhülle durch successive Längstheilung, die bis zur Achtzahl, vielleicht jedoch zuweilen auch noch etwas weiter (Carter), fortschreiten kann (T. 43, 6 k). Bei anderen Formen, so Chl. alboviridis und obtusa scheint diese Vermehrung gewöhnlich nicht über die Viertheilung hinauszugehen, hierauf befreien sich die Sprösslinge, was oft auch schon nach der Zweitheilung zu geschehen scheint (A. Braun). Auch bei Chl. pulvisculus scheint letzteres häufig zu sein, wenigstens gibt Reinhardt an, dass die gewöhnliche Vermehrung durch wiederholte Zweitheilung geschehe.

Das Wahrscheinlichste wird also sein, dass diese Vermehrung unter dem Schutz der Mutterhülle früher oder später durch das Freiwerden der Sprösslinge unterbrochen wird, so dass deren Zahl in einer Mutterhülle sehr verschieden sein kann. Hierauf deutet auch hin, dass die Sprösslinge häufig schon sehr frühzeitig ihre Geisseln wieder erlangen (Carter, Fresenius, Stein), schon nach der ersten Zweitheilung, und sich nun wie gewöhnliche Flagellaten unter vorheriger Vermehrung ihrer Geisseln weiter längstheilen. In anderen Fällen unterbleibt dagegen die Neubildung der Geisseln und tritt jedenfalls erst kurz vor dem Wiederaustritt der ruhenden Sprösslinge auf. Schreitet der Vermehrungsprocess unter dem Schutz der Mutterhülle bis zu höheren Sprösslingszahlen fort, so erweitert sich dieselbe auch hier entsprechend, was z. Th. dadurch bedingt wird, dass die Sprösslinge auch im ruhenden Zustande fortgesetzt wachsen, wenn sie auch die Grösse des Mutterwesens gewöhnlich nicht vollständig erreichen.

Eine weitere Modification dieses Fortpflanzungsprocesses kann dadurch entstehen, dass sich die neugebildeten Specialhüllen der Sprösslinge bei der fortschreitenden Vermehrung ähnlich verhalten wie die ursprüngliche Mutterhülle, das heisst sich abheben und an der Theilung nicht participiren. Durch in dieser Weise fortgesetzte Vermehrung können sich nun pleurococcusartige Zustände bilden, wie wir sie ähnlich schon bei den Euglenen antrafen. Hierauf hat zuerst Cienkowsky 1865 die Aufmerksamkeit gelenkt, nachdem zwar schon früher A. Braun (1851) die Bildung ähnlicher vegetirender Zustände bei Haematococcus beschrieben hatte. Dieselbe Erscheinung beobachtete Cienkowsky (134) auch bei der mit Chlamydomonas wohl nahe verwandten sogen. Vacuolaria, dieselbe geht in einer kugeligen Gallerthülle in den Ruhestand über, um dann durch successive Zweitheilung pleurococcusartige Zustände zu bilden.

Zu gewissen Zeiten nun geschicht die successive Theilung im ruhenden Zustande rascher und ohne dass den Sprösslingen Zeit bleibt, während des Theilungsprocesses heranzuwachsen; das Resultat dieses Vermehrungsvorgangs, der bis zur Acht- und Sechzehntheilung fortschreiten kann (Reinhardt), sich nicht selten jedoch auch bis zur Bildung von 32 kleinen Sprösslingen ausdehnt (Carter für Chl. pulvisculus, A. Braun für Chl. obtusa und tingens), ist demnach die Erzeugung einer Brut kleiner Sprösslinge, ähnlich wie wir das schon früher bei dem Chlorogonium sahen. Auch haben diese Mikrogonidien nach Reinhardt gleichfalls die Bedeutung zur Copulation bestimmter Gameten. Ob diese Gameten, deren Grösse nach Reinhardt stets unter der der kleinsten gewöhnlichen Individuen zurückbleibt, immer eine Schalenhülle (Zellhaut) besitzen, scheint etwas fraglich. Nach der Angabe des erwähnten Forschers und Goroshankin's haben sie eine solche, die jedoch dem Plasmakörper dicht aufliegt, dagegen bildet Stein im Freien gefundene mikrogonidienartige Sprösslinge ab, die jedenfalls durchaus nackt waren, da sie von ihrer gesammten Oberfläche fingerförmige Pseudopodien entwickelten. Wie die Beobachtungen Carter's (1858) sicher zu lehren scheinen, geht die Mikrogonidien

bildung, auch zuweilen von ruhenden Theilsprösslingen der gewöhnlichen Art, welche noch von ihrer Mutterhülle umschlossen sind, aus.

Die Beobachtungen von Fresenius (1856), Carter (1869), Rostafinski (1871) und Cohn (1877) lehren, dass die Vermehrungserscheinungen der viergeisseligen Carteria im allgemeinen ganz mit denen der gewöhnlichen Chlamydomonasformen übereinstimmen. Die gewöhnliche Vermehrung vollzieht sich hier durch 2—4 Theilung im ruhenden Zustande, dazu gesellt sich jedoch nach Rostafinski auch eine Mikrogonidien-(Gameten-)bildung, welche durch Achttheilung geschieht. Die freigewordenen Mikrogonidien schildert letzterer Beobachter als hüllenlos. Eine nicht ganz sichere Beobachtung Carter's deutet übrigens daraufhin, dass auch Sechzehntheilung bei der Mikrogonidienbildung zuweilen vorkommen dürfte. Bei der gewöhnlichen Viertheilung werden die vier tetraëdrisch geordneten Sprösslinge nach Cohn durch Auflösung der Mutterhülle frei, bei der Mikrogonidienbildung vollzieht sich die Befreiung der Sprösslinge nach Rostafinski durch seitliche Auflösung der Mutterhülle.

Einige Schwierigkeit bereitet die Beurtheilung der zahlreichen Beobachtungen über die Vermehrung des Haematococcus, speciell des so verbreiteten H. lacustris. Diese Schwierigkeiten werden hauptsächlich dadurch bedingt, dass die Beobachter, wie es scheint, häufig nicht hinreichend scharf zwischen der gewöhnlichen Vermehrung im ruhenden Zustande und derjenigen unterschieden, welche sich hier und anderwärts im Gefolge des sogen. Dauerzustandes einstellt. Die Betrachtung der Dauerzustände sparen wir auf ein späteres Kapitel auf und beschränken uns hier auf die Besprechung der der gewöhnlichen Vermehrung von Chlamydomonas analogen Fortpflanzungserscheinungen. Die Beobachtungen von Cohn, Braun und Stein über den gewöhnlichen H. lacustris und diejenigen Cienkowsky's, Stein's und Goroshankin's über den sogen. H. rostratus (welcher eine entschiedene Mittelform zwischen Chlamydomonas und Haematococcus darstellt), lassen mit Sicherheit erkennen, dass auch hier die gewöhnliche Vermehrung im ruhenden Zustande in der wenig erweiterten Mutterhülle sich findet und dass dieselbe meist mit der Viertheilung sistirt. Doch findet sich nach Braun gelegentlich auch Zwei- und andrerseits auch selten Achttheilung. Auch hier bilden die Sprösslinge häufig ihre Geisseln schon recht frühzeitig aus. Schon früher wurde darauf aufmerksam gemacht, dass H. lacustris nach den Beobachtungen von Perty und Cohn zuweilen auch schon im beweglichen Zustande seine Theilungen beginnt, ähnlich Polytoma und Chlorogonium und dieselben mehr oder weniger durchführt, bevor Ruhe eintritt, welche durch den Verlust der Muttergeisseln bedingt wird.

Zu gewissen Zeiten tritt nun auch bei H. lacustris eine Mikrogonidienbildung ein, wie schon Cohn und Braun sicher erkannten und später Rostafinski bestätigte, während Goroshankin diesen Vorgang bei H. rostratus nachwies. Nach den übereinstimmenden Angaben der drei erstgenannten Beobachter ist die Zahl der Mikrogonidien, welche bei H. lacustris aus

einer Mutterzelle entstehen, ziemlich hoch, gewöhnlich scheinen es 32 zu sein, seltener dagegen 16, und Cohn gibt an, sogar 64 gelegentlich beobachtet zu haben. Nach allem, was wir von der Mikrogonidienbildung der verwandten Chlamydomonadina und Volvocina wissen, scheint es in hohem Grade wahrscheinlich, dass dieselbe auch bei dem Haem. lacustris durch successive Zweitheilung vor sich geht und dass die Angaben Cohn's, es geschehe dieser Vorgang durch simultane Theilung, auf ungenauer Beobachtung beruhen.

Bezüglich der Bauweise dieser Mikrogonidien weichen die Angaben der Beobachter etwas von einander ab, namentlich herrschen Zweifel darüber, ob dieselben mit einer Hüllhaut, ähnlich wie die Makrogonidien, versehen sind. Cohn will sich überzeugt haben, dass die Mikrogonidien häufig ganz nackt sind und ich sah sie ebenfalls leicht zerfliessen, ohne dass eine Hülle sich zeigte; Stein dagegen zieht ihre Hüllenlosigkeit in Zweifel. Jedenfalls ist sicher, dass sie nie eine abstehende Membran besitzen, was auch Braun besonders betont. Auch Strasburger gibt an, dass die freiwerdenden Sprösslinge des H. lacustris zunächst stets nackt seien, doch scheint sich seine Angabe nur auf die aus den Dauerzuständen hervortretenden Sprösslinge zu beziehen, für die sie jedenfalls keine allgemeine Gültigkeit beanspruchen kann.

Später erst können wir genauer auf die Bedeutung der Mikrogonidienbildung des Haematococcus lacustris eingehen, die im Gegensatz zu Chlamydomonas und Carteria noch keine Copulation erkennen liessen.

Die mit den seither beschriebenen Gattungen so innig verwandten Genera Phacotus und Coccomonas zeigen auch eine im allgemeinen übereinstimmende Vermehrung im ruhenden Zustande, wie die Beobachtungen Carter's (1858 und 1859) und Stein's (1878) gelehrt haben. Bei sämmtlichen bekannten Formen geschieht dieselbe innerhalb der Schale des Mutterorganismus durch successive Zweitheilung, welche gewöhnlich mit der Bildung von vier Sprösslingen sistirt, bei Phacotus unter Umständen auch schon mit der Zweitheilung. Die vier Sprösslinge bilden nun entweder schon in der Mutterschale eine eigene Schale, entwickeln ihre Geisseln und werden dadurch frei, dass die Mutterschale in zwei Hälften auseinanderbricht (Coccomonas orbicularis nach Stein, T. 43, 11 b), oder die Schalenbildung geschieht erst etwas später. Bei Phacotus lenticularis treten nämlich die Sprösslinge, zunächst in eine Gallertblase eingehüllt, durch Auseinanderklappen der beiden Mutterschalenhälften hervor und erst in diesem Zustande bilden sie ihre Schale (auch bei Phacotus angulosus Cart. sp. dürfte der Vorgang ähnlich sein). Dagegen scheinen sich die Geisseln der Sprösslinge schon sehr frühzeitig zu bilden, wenigstens sind sie stets schon deutlich vorhanden, wenn die Schalenhälften aufklappen. An der Gallertblase bleiben die beiden Schalenklappen gewöhnlich kleben. Etwas fraglich ist die Herkunft dieser Gallertblase, wahrscheinlich dürfen wir sie als eine vor der Theilung ausgeschiedene Specialhülle des Organismus betrachten, ähnlich wie die Schleimhüllen der sich theilenden Euglenen;

dies halte ich wenigstens für wahrscheinlicher, als die Annahme, dass sie eine innerste, verschleimte Schicht der Mutterschale sei.

Aus Carter's Beobachtungen geht nun weiter hervor, dass Phacotus lenticularis auch Mikrogonidien bildet, deren Entstehung im wesentlichen wie die gewöhnliche Vermehrung verläuft, jedoch zur Erzeugung von 64 kleinen Theilsprösslingen führt, die wie die zuerst geschilderten in der Gallertblase eingeschlossen, aus der Mutterschale hervortreten (T. 44, 3 e). Wir werden später sehen, dass diese Mikrogonidien als spermoide Individuen functioniren. Uebrigens sah Carter auch Theilungen zu 8, 16 und 32 in der Gallertblase frei werden, woraus hervorzugehen scheint, dass die Mikrogonidienbildung nicht immer bis zur 64-Theilung fortschreitet. Die kleinen kugligen Mikrogonidien, welche mit zwei Geisseln und einem Augenfleck versehen sind, werden sehr wahrscheinlich im nackten Zustande frei.

Auch in der Familie der Cryptomonadinen findet sich nach Cienkowsky (134) eine ähnliche Vermehrung im Ruhezustande, wie bei den Chlamydomonadinen. Beim Uebergang in den Ruhezustand scheidet die Cryptomonas eine mehrschichtige, dicke Gallerthülle aus, unter deren Schutz sie sich durch fortgesetzte Zweitheilung (in der Längsrichtung) vermehrt, und da die Sprösslinge fortdauernd Specialhüllen bilden und weiterwachsen, führt dieser Vermehrungsprocess, ähnlich wie bei Chlamydomonas zur Entwicklung pleurococcusartiger Familien (T. 45, 11). Cienkowsky neigt der Annahme zu, dass diese ruhenden Zustände ihre Geisseln noch besitzen, da sie sich nach dem Hervorquetschen aus der Gallertmasse sofort bewegen. Wahrscheinlich wird jedoch auch hier bei dem Uebergang in den Ruhezustand zunächst eine Rückbildung der Geisseln eintreten, die sich jedoch bei den Sprösslingen früher oder später neu erzeugen.

Eine Reihe von Beobachtungen erweist, dass auch bei den farblosen kleinen Flagellaten aus den Abtheilungen der Monadina und Heteromastigoda eine Vermehrung im Ruhezustande nicht selten ist. Nur lassen es die Beobachtungen bis jetzt häufig unentschieden, ob diese Vermehrungsprocesse mit einer vorherigen Copulation in Beziehung stehen. Wo letzteres mit Sicherheit erwiesen ist, werden wir erst später die bezüglichen Vorgänge darstellen und hier nur derjenigen gedenken, wo dies nicht der Fall oder doch nicht erwiesen ist.

Ziemlich genau sind diese Processe bei einigen Arten der Gattung Bodo bekannt. Bei Bodo caudatus (Dj.) St. (= Colpodella pugnax Cienk.) erwies zuerst Cienkowsky (1865) das Vorkommen eines Ruhezustandes mit Vermehrung. Später bestätigten Stein und Kent diese Beobachtung. Diese Form bildet einen kugligen Ruhezustand mit zarter einfacher Hüllhaut und theilt sich hierauf in eine mässige Anzahl (St. zeichnet 6) Sprösslinge, welche die Hülle schliesslich durchbrechen (T. 46, 4 e). Vor der Theilung, deren Modus hier nicht genauer erforscht ist, beobachtete Cienkowsky die Ausstossung der unverdauten Nahrungsreste, ähnlich wie wir dies früher bei der entsprechenden Fortpflanzung gewisser Sarkodinen

schilderten (s. p. 311). Stein lässt die Sprösslinge einzeln und schon mit Geisseln versehen aus der Cystenhülle austreten, wogegen sie Cienkowsky zunächst von einer sehr zarten Haut umschlossen aus der Cyste hervortreten sah, die sie dann erst durchbrachen. Einen entsprechenden Fortpflanzungsprocess schildert Kent bei einer anderen Bodoart (seiner Heteromita lens, welche dem Bodo globosus [Duj.] St. sehr nahe verwandt scheint). Die Zahl der Theilsprösslinge betrug hier bis 16 und dieselben befreiten sich durch einfaches Zerreissen der Cystenhaut. Entsprechendes berichtet derselbe Beobachter auch von seiner Ancyromonas. Die ähnlichen Fortpflanzungserscheinungen des Bodo angustatus Duj. werden wir erst später besprechen, weil dieselben häufig mit Copulation verknüpft sind.

Bei einigen Monadinen konnte Cienkowsky zuerst einen analogen Vermehrungsvorgang nachweisen. Bei seiner sogen. Pseudospora parasitica, die sich in faulende Spyrogyren einbohrt und wohl eine mit Oikomonas verwandte Form ist, bildet sich eine kuglige Cyste, in welcher sich der Körper, nach Ausscheidung der Nahrungsreste, in ca. 6—9 Sprösslinge zertheilt (T. 40, 4c). Ob diese Theilung, wie Cienkowsky es wenigstens 1858 darzustellen scheint, simultan geschieht, dürfte doch noch eines bestimmteren Nachweises bedürfen. Auch bei seiner Oikomonas mutabilis will Kent Encystirung und Zerfall des Inhalts der Cyste in zahlreiche Theilsprösslinge beobachtet haben. Doch zeigt der abgebildete Haufen von Theilsprösslingen durchaus nichts von einer umschliessenden Haut (s. T. 40, 3c), was die Schilderung etwas zweifelhaft macht.

Zu den eben geschilderten Vermehrungsvorgängen glauben wir auch den von Dallinger und Drysdale bei einer eingeisseligen kleinen Form (die Kent Monas Dallingeri taufte) geschilderten Fortpflanzungsprocess ziehen zu dürfen. Unter Verlust der Geissel rundet sich dieselbe zu einer Kugel ab, an der plötzlich zwei sich senkrecht kreuzende helle Furchen auftreten (T. 40, 5e); diese Furchen vermehren sich im weiteren Verlauf des Processes auf 4 (5 f.) und zeigen dann eine eigenthümliche radiäre Anordnung, indem sie gleichzeitig einen etwas geschwungenen Verlauf annehmen. Schliesslich zerfällt der Organismus, wohl unter weiterer Vermehrung der Furchen in einen Haufen kleiner Sprösslinge (5 g), die sich bald von einander trennen und dann dieselbe Beschaffenheit wie der Mutterorganismus besitzen. Es scheint demnach hier wirklich ein zu simultaner Theilung hinneigender Process stattzufinden, indem die successiven Theilungsfurchen zwar nach der Regel fortschreitender Zweitheilung auftreten, jedoch anfänglich nicht zu wirklicher Durchschnürung führen. Etwas zweifelhaft scheint es bis jetzt noch, ob dieser Theilungsvorgang wirklich im unumhüllten Zustande geschieht und nicht eine zarte Hülle übersehen wurde.

Etwas unsicher ist auch die Bedeutung der ansehnlichen Cysten, welche Ecker (1852) in Menge in todten Limnaeuseiern fand und die theils einen noch unzerfallenen Inhalt, theils einen in eine grosse Menge rund-

licher kleiner Körperchen zerfallenen enthielten. Beim Zerdrücken der Cysten nahmen die befreiten Sprösslinge die Form von Cercomonaden an (der Cercomonas longicauda am ähnlichsten). Wenn es auch nicht unwahrscheinlich ist, dass diese Cysten thatsächlich in den Entwicklungskreis einer Cercomonas gehörten, so lässt sich dies zur Zeit doch nicht scharf beweisen, weshalb wir uns mit diesem Hinweis begnügen.

Nur kurz berichten wir weiter über einige hierhergehörige Angaben Kent's, da dieselben vorerst auch nicht ganz gesichert erscheinen.

Encystirung mit folgender Bildung von Theilsprösslingen fand er noch bei seiner Physomonas (fraglich ob von Monas Stein verschieden). Hier bildet sich die Cyste auf dem plasmatischen Stiele, mittels welchen das Wesen befestigt ist aus und erscheint daher gleichfalls gestielt (T. 41, 2 b). Der Stiel soll sich nämlich gleichzeitig verdicken und erhärten. Seltsam erscheint, dass die austretenden Sprösslinge zunächst eingeisselig sind (41, 2 b), während die ausgebildete Physomonas stets zwei Geisseln besitzt.

Encystirung und sog. Sporenbildung gibt Kent weiter für die Bikoecida (Bicosoeca und Poteriodendron) an; die Encystirung geschehe hier in der Schale, in welcher dann auch die Sporen beobachtet wurden, doch scheint es mir wenig sicher, ob die losen, in sonst leeren Schalen gesehenen kleinen Körperchen (T. 40, 10b) wirklich Abkömmlinge der früheren Bewohner derselben (Theilsprösslinge oder Sporen) gewesen sind.

Der von Kent für Anthophysa geschilderte Encystirungs- und Vermehrungsprocess scheint gleichfalls unsicher, da einmal die Abstammung der beoachteten, mit einem flaschenartigen Hals sich öffnenden Cyste (T. 41, 5 d—e) von Anthophysaindividuen nicht erwiesen wurde und andrerseits auch der Uebergang der in diesen Cysten entstandenen zahlreichen eingeisseligen Sprösslinge in Anthophysen nicht mit ausreichender Sicherheit festzustellen war. Hierzu gesellt sich noch, dass Balbiani neuerdings kleine kuglige Cysten der isolirten Anthophysaindividuen beschrieb, die sich in ihrer Bildung nicht unwesentlich von denen Kent's unterscheiden.

Schliesslich erscheint mir auch die gestielte und befestigte Cyste mit zahlreichen Sprösslingen oder Sporen, welche Kent von seiner Deltomonas beschreibt (T. 42, 5 c), nach der Abbildung etwas zweifelhaft.

e) Familien- und Koloniebildungen als Folgeerscheinung der Vermehrung durch Theilung. Eine Unterscheidung zwischen Kolonial- und Familienverbänden liesse sich, ähnlich wie dies mehrfach bei den Sarkodinen versucht wurde, auf den Umstand basiren, dass bei den letzteren nur eine Zusammengruppirung zahlreicher Einzelindividuen zu einem Verbande stattfinde, bei den ersteren dagegen eine wirkliche organische Vereinigung der Einzelindividuen durch Zusammenhang ihrer Plasmakörper geschehe. Gerade die Verbände der Flagellaten zeigen jedoch, dass eine derartige Unterscheidung etwas gezwungenes hat und dadurch nahe verwandte Kolonialverbände unnatür-

lich gesondert würden. Wir ziehen es daher vor, die sämmtlichen Gesellschaftsverbindungen der Flagellaten gemeinsam abzuhandeln.

Alle diese Verbände entstehen durch fortgesetzte Zweitheilung, und zwar, so weit sich feststellen lässt, fast stets durch successive Längstheilung, indem die Sprösslinge in verschiedener Weise mit einander zu einer Kolonie verbunden bleiben*). Da wir schon früher bei Besprechung der Gehäuse und Stielbildungen die Bauweise einer Anzahl Kolonien berücksichtigen mussten so gehen wir auf diese hier nur kurz ein.

Die Bildung der Kolonien geht einmal von freischwimmenden Flagellaten aus und führt dann auch zu freischwimmenden Verbänden. Derartigen Kolonien begegnen wir bei einigen Isomastigoden, den Gattungen Synura und Syncrypta. Bei beiden gruppiren sich die Einzelthiere radial um ein Centrum dicht zusammen, so dass die ganze Kolonie eine Kugel darstellt. Bei Synura (T. 43, 1 a) stehen meinen Beobachtungen zufolge die Einzelthiere thatsächlich im Centrum in organischem Zusammenhang, indem die stielförmig ausgezogenen Hintertheile hier verschmelzen. Dagegen bemerkt Stein, dass die Individuen nur lose zusammenhängen. Bei Syncrypta (43, 3 a) ist bekanntlich noch ein dicker, die kuglige Kolonie umhüllender Gallertmantel vorhanden. Die Zahl der vereinigten Individuen ist sehr schwankend, da dieselbe sich ja fortgesetzt durch Zweitheilung vermehrt. Bei Synura wird dieselbe grösser wie bei Syncrypta und steigt nach Ehrenberg bis auf 90, scheint jedoch gewöhnlich nur gegen 40 zu betragen.

Ueber die Entstehung der Kolonien von Synura und Syncrypta machte Osc. Grimm (143) interessante, jedoch wegen einiger irriger Bestimmungen nicht ganz zuverlässig erscheinende Beobachtungen. Seine Hauptuntersuchungen beziehen sich auf eine Form, welche er mit Uroglena Volvox identificirt, die jedoch mit dieser sicher gar nichts zu thun hat, sondern wahrscheinlich eine Syncrypta war. Grimm sah nun zunächst die Kolonien beider Formen gelegentlich in ihre Einzelindividuen zerfallen und diese unter Verlust der Geisseln in einen amöboiden Zustand übergehen, in welchem sie auch weiter wachsen sollen. Schliesslich gehen diese Amöben in einen Ruhezustand über, welcher als Cyste bezeichnet wird, jedoch scheint die Abbildung einer solchen Cyste der Syncrypta sicher zu lehren, dass nur eine körnige Gallerthülle abgeschieden wird. Bei Syncrypta gelang es nun, die successive Theilung des ruhenden Einzelindividuums in dieser Gallerthülle unter fortdauerndem Wachsthum zu verfolgen und in dieser Weise sollen Kolonien von 2—300 Individuen entstehen, welche schliesslich ihre Geisseln durch die gemeinsame Gallerthülle hindurch entwickeln, so dass die Kolonie jetzt ganz denen der Syncrypta Volvox gleicht, von welcher sie sich jedoch durch die hohe Individuenzahl wesentlich unterscheidet. Endlich sollen diese Kolonien sich von ihrer Gallerthülle befreien. Wie schon bemerkt, erscheint es schwierig die Grimm'schen Beobachtungen mit den über die erwähnten Formen anderweitig bekannten in einen befriedigenden Zusammenhang zu bringen, da namentlich auch die Angaben Grimm's über die Organisation der Syncrypta und Synura eine gewisse Unsicherheit der Beobachtung verrathen; so sah er stets nur eine Geissel und die Endochromplatten gar nicht deutlich. Immerhin scheint der geschilderte Entwicklungsgang im Allgemeinen nicht unplausibel, und sollte sich das Abstreifen der Gallerthülle der vermuthlichen Syncrypta bestätigen, so läge die Möglichkeit vor, dass auch der Gallertmantel der Syncrypta Volvox eine vergängliche Hülle ist, wodurch dann andererseits die

*) Ehrenberg glaubte noch, dass eine Anzahl der Flagellatenkolonien (Anthophysa, Synura) durch Vereinigung ursprünglich getrennter Individuen entständen, durch einen geselligen Trieb, der sie beseele, ja er findet darin sogar eine Poesie ihres Lebens, die andern Formen fehle.

Differenzen zwischen den Gattungen Synura und Syncrypta ziemlich eliminirt erscheinen würden.

Sehr eigenthümliche Kolonien einer, wie es scheint, mit Synura nahe verwandten Form (Chlorodesmos hispida Phill.) beschrieb neuerdings Phillips (198). Die mit einer stacheligen, dreieckigen Hülle versehenen Einzelthiere sind hier nicht um ein Centrum zusammengruppirt, sondern reihen sich zu ungefähr dreissig in einer Kette aneinander. Die Art der Verbindung der Individuen untereinander wurde nicht sicher ermittelt, doch vermuthet Phillips wegen der eigenthümlichen Bewegungserscheinungen der Kolonien, dass ein sehr zartes, hyalines und contractiles Band die Verbindung herstelle. Die Kolonien zeigen nämlich rhythmische Bewegungen in der Weise, dass während das eine Ende der Kette irgendwo festgeheftet ist, die Kette sich abwechselnd verlängert und wieder bis auf ein Fünftel der grössten Länge zusammenzieht. Ausserdem sollen jedoch die Individuen der Kette noch eine zweite, mir nicht ganz verständlich gewordene Bewegung zeigen, indem die benachbarten, rasch dicht zusammenrücken — zusammenklappen. Letzterer Vorgang erfolgt unregelmässig, nicht rhythmisch wie der zuerst beschriebene.

Hier reihen sich weiter die Kolonien der Gattung Uroglena (T. 42, 3 a) an, deren sehr zahlreiche Individuen in der oberflächlichen Schicht einer gemeinsamen Gallertkugel radial eingebettet sind, sich jedoch nach meinen und Stein's Untersuchungen nicht bis zum Centrum der Kolonie erstrecken, wogegen ihnen Kent einen langen contractilen Schwanz zuschreibt, mittels dessen alle Thiere im Centrum zusammenhängen sollen, ähnlich wie bei Synura. Die Zahl der Einzelthiere wird hier häufig sehr gross, beträgt gewiss bis zu mehreren Hunderten, ebenso ist auch die Grösse der Kolonien recht beträchtlich (etwa 0,2 bis 0,3 mm). Ihre Gestalt ist häufig nicht rein kuglig, sondern mehr oder weniger unregelmässig eingeschnürt bis gelappt. Ueber die Vermehrung der Individuen der Uroglenakolonien hat bis jetzt nur Kent etwas ermittelt. Nach ihm geschieht dieselbe derart, dass einzelne Individuen nach Einziehung ihrer Geissel sich successive in zwei, vier bis acht Sprösslinge theilen, welche sich hierauf zwischen die Kolonialindividuen einordnen. Etwas Genaueres über die Theilungsvorgänge wurde nicht ermittelt. Derselbe Beobachter glaubt jedoch auch, die Neuentstehung junger Kolonien in den alten beobachtet zu haben, die sich ähnlich repräsentirten, wie die Tochterstöcke des Volvox. Seine nicht ausführlicher mitgetheilten Wahrnehmungen machen jedoch einen um so zweifelhafteren Eindruck, weil er gleichzeitig sehr merkwürdige und ganz irrige Ansichten über die Entstehung der jungen Volvoxkolonien äussert.

Häufiger wie die freischwimmenden Kolonien sind die befestigten, die sich, wie früher bemerkt, bei gestielten oder ungestielten Formen unter Mitwirkung der Hüllen oder Stiele entwickeln. Schon früher (p. 680) haben wir diese Kolonien der Spongomonaden und Dendromonaden besprochen und da ihre Bauart meist auch den Gang ihrer Bildung hinreichend andeutet, so kommen wir hierauf nicht nochmals zurück. Nur die gleichfalls hier-

ber zu stellenden Kolonien der Gattungen Poteriodendron und Dinobryon seien noch kurz erwähnt. Dieselben (T. 40, 10a und T. 42, 1) bilden sich dadurch, dass nach jeder im Gehäuse des Einzelthiers geschehenen Zweitheilung der eine Sprössling auf den Mündungsrand der Schale wandert und sich auf deren Innenseite befestigend, ein neues Gehäuse ausscheidet. Demnach bauen sich die Kolonien in der Weise auf, dass sich die Gehäuse der Einzelthiere successive in den Mündungsrändern ihrer Vorgänger befestigen und die ganze Kolonie so zu einem fächerartig verzweigten Stock auswächst. Da sich nun die Theilung des im alten Gehäuse zurückgebliebenen Sprösslings noch weiter wiederholen kann, so befestigen sich häufig nicht nur ein, sondern mehrere jüngere Gehäuse im Mündungsrand eines älteren, was die Mannigfaltigkeit des Aufbaues erhöht. Die Kolonien von Dinobryon sind gewöhnlich unbefestigt, die von Poteriodendron dagegen aufgewachsen.

Ein Theil der seither besprochenen Kolonien ist einer Fortpflanzung im Kolonialzustand fähig — eine Erscheinung, welche für eine Annäherung derselben an individuelle Selbstständigkeit spricht. Mit Sicherheit constatirte zuerst Stein diese Selbsttheilung der Kolonien bei Synura und den ähnlichen Kolonialtrauben der Anthophysa, doch wollte schon Ehrenberg diesen Vermehrungsact bei losgelösten, freischwimmenden Kolonien der letzteren (seiner Uvella Chamaemorum) beobachtet haben und auch Dujardin vermuthete ihn schon für die gewöhnlichen Anthophysenkolonien. Die Theilung geschieht durch Längsstreckung der kugligen Kolonie, worauf dieselbe durch eine mittlere Einschnürung in zwei gleiche Tochterkolonien zerfällt (T. 41, 5e, k).

Interessanter Weise findet sich auch unter den Eugleninen eine gestielte, festgewachsene, koloniebildende Form, die Gattung Colacium, deren Kolonien auch wegen ihrer allgemeinen Bildungsgeschichte ein besonderes Interesse verdienen. Sie gehen aus freischwimmenden Einzelthieren hervor, welche sich unter Verlust der Geissel mit ihrem Vorderende festheften und indem sie sich mit einer dünnen Gallerthülle umkleiden gleichzeitig an dem festgehefteten Vorderende einen längeren oder kürzeren Gallertstiel ausscheiden, auf dem sie sich erheben. Indem nun das die Kolonie gründende Einzelthier sich durch fortgesetzte Längstheilung (sammt der Gallerthülle) unter Ausscheidung neuer Gallertstiele für die gebildeten Sprösslinge vermehrt, entstehen allmählich Kolonien zahlreicher Individuen, welche auf den Enden der Zweige eines fortgesetzt dichotomisch verästelten Gallertstiels angebracht sind (T. 47, 16b).

Wiederholt wird diese Bildungsgeschichte der Colacienkolonie von einer zu den Chlamydomonadinen gehörigen Form, der Gattung Chlorangium St., welche deshalb auch irrthümlicher Weise lange zu Colacium gezogen wurde. Auch die Kolonien des Chlorangium werden durch freischwimmende Einzelthiere gegründet (T. 44, 2a), die sich mit ihrem Vorderende unter Ausscheidung eines Gallertstiels und Verlust der Geisseln festsetzen.

Der weitere Verlauf der Koloniebildung wird jedoch durch die eigenthümlichen Vermehrungserscheinungen der Chlorangien modificirt, welche mit denen übereinstimmen, die wir bei dem nächstverwandten Chlorogonium gefunden haben. In seiner Schalenhülle theilt sich der Chlorangienkörper successive in 2 oder 4 Sprösslinge (T. 44, 2 b), welche schliesslich durch Auflösung des distalen Endes der Schalenhülle des Mutterindividuums frei werden und sich nun ihrerseits neue Schleimstiele ausscheiden, die im Grunde des noch erhaltenen Restes der Mutterschale befestigt sind (T. 44, 2 c). Schliesslich sollen jedoch die Reste dieser Schalenhülle gänzlich schwinden. Indem sich der gleiche Vermehrungsprocess an den Sprösslingen wiederholt, können sich etwas unregelmässige Kolonien bilden, da namentlich auch die Gallertstiele gleichzeitig entstandener Sprösslinge häufig von sehr verschiedener Länge sind.

Wie bei Colacium werden auch bei der letzterwähnten Gattung nicht selten einzelne Kolonialindividuen unter Neubildung von Geisseln wieder beweglich und treten aus dem Verbande aus, um zu Gründern neuer Kolonien zu werden.

Eine besondere Darstellung verdienen die Koloniebildungen der Volvocinen, da dieselben sich sowohl durch Bauweise wie Entstehungs- und Vermehrungsgeschichte als eigen geartete und streng zusammengehörige ergeben.

Wie schon früher bemerkt wurde, entstanden diese Kolonien jedenfalls dadurch, dass Theilungsverbände, wie wir sie bei gewissen Chlamydomonadinen (Polytoma und Chlorogonium) gefunden haben, zusammenhängend blieben und nach der Entwicklung der Geisseln als Kolonie weiter lebten. Dass dem so sein muss, ergiebt sich mit grosser Sicherheit aus der Entstehung dieser Kolonien, welche stets durch rasche successive Zweitheilung eines Einzelindividuums unter dem Schutze seiner Schalenhülle (Zellhaut) geschieht, ganz wie die früher geschilderte Vermehrung der Polytoma. Die Kolonie tritt denn auch hier gleich in ihrer Totalität in die Aussenwelt und bildet sich nie durch langsame, successive Zweitheilung eines ursprünglichen Individuums, wie wir das bei den seither besprochenen fanden. Auch eine Vermehrung der Kolonien durch Zweitheilung findet sich hier nicht.

Sehr primitive Verhältnisse begegnen wir bei der Gattung Spondylomorum (T. 45, 4). Die aus 16 Individuen bestehende Kolonie bildet einen ungefähr ovalen Körper, indem sich sämmtliche gleich gerichteten Individuen in vier hintereinander gestellten, alternirenden Kränzen von je vier Individuen um die koloniale Längsaxe gruppiren. Der Zusammenhalt der Kolonien ist ein sehr loser und eine gemeinsame Umhüllungshaut fehlt vollständig. Die Entstehung dieser Kolonien hat schon Ehrenberg (1848) richtig erkannt und später verfolgten Stein (1854 und 1878), sowie Carter (1879) dieselbe genauer. Sie geschieht durch successive Theilung der Einzelindividuen in ihrer Hülle zu Tochterkolonien und zwar voll-

zieht sich dieser Vermehrungsprocess ziemlich gleichzeitig an sämmtlichen Kolonialindividuen*). Der genauere Verlauf des Theilungsprocesses ist nicht bekannt, nur geht aus Stein's Abbildungen hervor, dass der erste Theilungsschritt hier sicher der Länge nach geschieht.

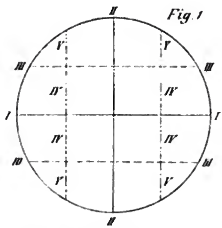
Genauer erkannt sind die Kolonialverhältnisse der Gattung Gonium. Hier besteht jede Kolonie aus vier (G. sociale Dj. sp.), oder 16 (G. pectorale O. F. M.) Einzelindividuen, die in einfacher Schicht zu einer tafelförmigen viereckigen Gruppe zusammengefügt sind (T. 44, 9a—b). Sämmtliche Individuen sind auch hier gleichgerichtet und ziemlich parallel der kürzesten Axe der Tafel, so dass sich alle Geisseln auf der einen Tafelseite finden. Bei der sechzehnzelligen Form divergiren die äusseren Zellen etwas, wodurch die Parallelität der Individuen ein wenig gestört ist. Bei dem vierzelligen G. sociale stehen die vier Individuen einfach so, dass sie die vier Ecken eines Quadrates bilden und die Schalenhülle jedes Individuums hängt mit der der Individuen der Nachbarecken in einer kurzen Strecke seitlich zusammen. Bei G. pectorale wird das Centrum der Tafel aus vier entsprechend geordneten Individuen gebildet, um die sich ein peripherischer Ring von zwölf äusseren legt und zwar so, dass je eines sich an die Mitte der Seiten des inneren Quadrats anreiht, je zwei dagegen sich an seine Ecken anlegen. — Zwischen den einzelnen Individuen finden auch hier ähnliche Membranverbindungen statt, doch erhellt deren Anordnung besser aus der Figur wie durch Beschreibung.

Etwas verschieden lauten die Angaben der Beobachter über eine äussere Gallerthülle der Kolonien; während die älteren und ebenso Cohn dieselbe als einen ziemlich weit abstehenden Mantel beschreiben, leugnen Stein und andere ihre Existenz; doch möchte ich eher glauben, dass sich in dieser Beziehung Verschiedenheiten finden.

Besonderes Interesse verdient die Entstehungsgeschichte der Kolonien, resp. die Fortpflanzungsgeschichte unserer Gonien. Schon O. F. Müller (11) ermittelte dieselbe bei Gon. pectorale recht genau und zahlreiche spätere Beobachter (namentlich Turpin, Ehrenberg, Cohn, Goroshankin, A. Braun und Stein) vervollständigten unsere Kenntnisse derselben. Die Bildung neuer Kolonien geschieht auch hier durch ziemlich gleichzeitigen Zerfall der sämmtlichen Zellen der Mutterkolonie mittels successiver Zweitheilung. Das letztere stellte Cohn zuerst fest. Sicher ist weiterhin nachgewiesen, dass sämmtliche Theilungsschritte in der Längsrichtung geschehen und da dies auch für andere Volvocinen festgestellt ist, so gilt es wahrscheinlich in der ganzen Gruppe. Dies deutet aber wieder auf den nahen Zusammenhang dieser Formen mit den übrigen Flagellaten hin. Sehr einfach vollzieht sich natürlich die Bildung der vierzelligen Kolonie des G. sociale durch zwei successive sich senkrecht kreuzende Längstheilungen.

*) Doch beobachtete Carter (1869) auch Zerfall der Zellen in 32 kleine Sprösslinge, also wahrscheinlich eine Mikrogonidien- resp. Gametenbildung.

Complicirter verläuft der in vier Theilungsschritten stattfindende Entwicklungsprocess der sechzehnzelligen Kolonie des G. pectorale. Die genauesten Beobachtungen hierüber machte Goroshankin und der nebenstehende Holzschnitt versinnlicht besser wie eine Beschreibung die Aufeinanderfolge der Theilungen, welche zu dem sechzehnzelligen Zustand führen. Auch Cohn hatte schon früher eine entsprechende Aufeinanderfolge der Theilungen mehr erschlossen wie beobachtet. Das Resultat des Theilungsactes ist nun ein sechzehnzelliges Täfelchen, in dem die Anordnung der Zellen jedoch etwas von der der erwachsenen Kolonien abweicht, da sie in vier vierzelligen parallelen Reihen dicht nebeneinander liegen. Indem die Zellen sich mehr abrunden und etwas auseinander weichen, tritt erst die für die erwachsenen Kolonien charakteristische Anordnung durch eine geringe gegenseitige Verschiebung derselben hervor. Hierauf verschleimt nach Goroshankin die Schalenhülle der Mutterzelle und bildet den gemeinsamen Gallertmantel der jungen Kolonie, die, wenn sie sich befreit, schon die Hüllmembranen ihrer Individuen deutlich erkennen lässt.



Erklärung von Fig. 1. Darstellung der aufeinanderfolgenden Theilungsschritte (I—V) der Goniumzelle nach der Schilderung Goroshankin's.

Gegen diese Theilungsfolge der Goniumzelle erklärte sich A. Braun (153), indem er auch hier dieselbe Theilfolge annimmt, welche wir gleich bei Eudorina und Volvox kennen lernen werden. Obgleich sich der sichere Nachweis nicht erbringen lässt, dass Braun hierin Recht hat, so ist doch beachtenswerth, dass Stein einen Theilungszustand abbildet, welchen er zwar nur mit Zweifel zu Gonium pectorale stellt, der jedoch nicht wohl etwas anderes sein kann, und der auf dem achtzelligen Stadium genau die charakteristische Anordnung der Zellen zeigt, die wir bei Eudorina und Volvox finden werden. Es scheint daher zur Zeit noch etwas unsicher, ob die von Goroshankin und Cohn angegebene Theilfolge ganz richtig und die Uebereinstimmung mit den übrigen Volvocinen nicht doch eine innigere ist.

Die nächste Verwandtschaft mit Gonium besitzt die interessante Stephanosphaera. Ihre Kolonien bestehen nur aus acht Individuen, welche ähnlich wie bei Gonium in einer Ebene zusammengestellt sind, jedoch nicht zu einer Platte, sondern zu einem kreisförmigen Ring. Dieser Individuenring hat sich jedoch mit einer sehr deutlichen gemeinsamen Kolonialhülle umkleidet, welche aus Cellulose besteht. Dieselbe ist weit und kuglig und der Ring der acht Individuen liegt dicht unter ihr, im Aequator der Kugel. Die Gestalt der Individuen ist entweder eine mehr kuglige bis ovale und ihr Vorderende dann der Kolonialhülle, durch welche die beiden Geisseln austreten, dicht angelegt, oder es dehnen sich die Individuen parallel der Kugelaxe spindelförmig in die Länge aus und ihre beiden Enden entsenden eine Anzahl verzweigter Pseudopodien, die sich an die Polarregionen der Kolonialhülle befestigen. Letztere Eigenthümlichkeit

verräth jedenfalls sicher, dass bei Stephanosphaera keine Schalenhüllen der Einzelindividuen existiren. Die Vermehrung und Entstehung der Kolonien geschicht wie bei den seither besprochnen Formen durch successive Zweitheilung der Individuen. Die Theilungsfolge schildert Cohn so, dass der vierzellige Zustand durch Auftreten zweier neuer Theilebenen, welche die beiden früheren unter 45° halbiren, regulär in acht strahlig geordnete Zellen zerfalle, doch vermuthet A. Braun wohl nicht mit Unrecht, dass der Vorgang der Achttheilung sich dem der Eudorina näher anschliesse. Die acht Sprösslinge rücken hierauf zu einem jungen Ring auseinander, welcher bald eine ihm zuerst dicht aufliegende und also zunächst tafelförmige Kolonialhülle ausscheidet, die sich später durch Wasseraufnahme kuglig aufbläht.

Hinsichtlich ihrer Bauweise stehen sich die Kolonien der beiden im Folgenden zu beschreibenden Gattungen Pandorina (T. 44, 8a) und Eudorina sehr nahe. Beide bilden kuglige bis ellipsoidische Stöcke, welche in einer gemeinsamen und meist ziemlich derben Kolonialhülle 16—32 über die ganze Kugeloberfläche vertheilte Individuen einschliessen.

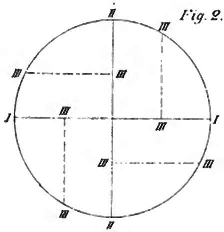
Pandorina besitzt meist nur 16 Individuen, welche wie die von Synura gewöhnlich im Centrum der Kolonie zusammenstossen und sich seitlich dicht berühren. Die Zellen scheinen von Specialhüllen umkleidet zu sein, wenn auch der nach Aussen gerichtete Theil der letzteren häufig mit der gemeinsamen Kolonialhülle zusammenzuschmelzen scheint. Bei älteren Kolonien hebt sich nach Stein die Kolonialhülle häufig weiter ab und unter ihr treten secundäre Verdickungsschichten auf. Neue Kolonien bilden sich auch hier durch fortgesetzte Zweitheilung sämmtlicher Kolonialindividuen und werden durch gallertige Aufquellung der Kolonialhülle und der Specialhüllen der Mutterindividuen frei. Noch etwas unsicher erscheint bis jetzt, ob sich die kuglige Pandorinakolonie wie die der Eudorina aus einem goniumförmigen Stadium hervorbildet, doch halte ich dies mit A. Braun für sehr wahrscheinlich.

Eudorina unterscheidet sich von Pandorina wesentlich dadurch, dass ihre Kolonien gewöhnlich 32zellig sind (doch finden sich auch 16zellige, welche sich durch spätere Zweitheilung ihrer Individuen zur 32zelligen Form entwickeln können). Weiterhin ist besonders charakteristisch, dass die Zellen sich weder im Centrum noch seitlich berühren, sondern in mässigen und gleichen Abständen über die Oberfläche der Kolonie vertheilt sind. Ueber ihre Anordnung machte Henfrey (1856) die nicht unwahrscheinliche Angabe, dass sie stets in Parallelkreisen um die häufig auch durch Längsstreckung bezeichnete Axe der Kolonie gestellt sind und zwar bei 16zelligen Kolonien in zwei vierzelligen Polar- und einem achtzelligen Aequatorialkranz, bei 32zelligen Kolonien dagegen in zwei vierzelligen Polar- und drei achtzelligen Aequatorialkränzen.

Von besonderem Interesse ist nun die Neuentstehung der Kolonien durch ziemlich gleichzeitige Theilung der sämmtlichen Kolonialindividuen. Dieser Vorgang wurde ziemlich gleichzeitig von A. Braun und Goroshankin

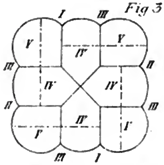
studirt und übereinstimmend geschildert. Auch hier sind es successive Längstheilungen, welche nach dem vierzelligen Stadium einen interessanten Verlauf nehmen. Die vier ersten Theilzellen furchen sich nämlich nicht durch gleich gerichtete Theilebenen, sondern in den beiden sich gegenüberstehenden Paaren laufen die beiden Theilebenen senkrecht zu einander. Als Resultat dieser Theilung entsteht ein achtzelliger Körper von nebengezeichneter Beschaffenheit (s. Fig. 2 u. 3)*), der aus vier im Centrum sich berührenden Zellen und vier äusseren besteht, welche nicht bis zum Centrum reichen. Die Theilung zu 16 Zellen geschieht nach Goroshankin derart, dass zuerst die vier inneren Kreuzzellen in je eine centrale und eine peripherische Zelle zerfallen und hierauf die vier peripherischen Zellen, wobei deren Theilebenen gleichgerichtet sind mit den Theilebenen der benachbarten Kreuzzellen. Die nebenstehende Figur 3 gibt genaueren Aufschluss über diese Vorgänge. Das Resultat dieses Theilungsprocesses ist eine 16zellige Platte, welche in ihrem Bau ganz der Goniumplatte entspricht. Wie bei den Theilungserscheinungen der Polytoma etc. haben sich die beiden Geisseln der Mutterzelle während dieses Vermehrungsprocesses thätig erhalten und schwinden erst während der jetzt folgenden Processe. Der Uebergang einer solchen Platte in eine kuglige 16zellige Eudorinakolonie vollzieht sich nun nach Braun und Goroshankin dadurch, dass sich ihre Ränder über die Fläche zu krümmen beginnen und endlich sehr rasch, nach Goroshankin „fast momentan“ zur Kugel zusammenschliessen.

Fig. 2.



Erklärung der Fig. 2. Darstellung der aufeinanderfolgenden drei ersten Theilungsschritte (I—III) der Eudorinazelle, die zum 8zelligen Stadium führen. (Nach Braun und Goroshankin.)

Fig. 3.



Erklärung von Fig. 3. Schematische Darstellung der Entstehung des 16zelligen Zustandes aus dem 8zelligen der Eudorina durch das Auftreten der IV. und V. Theilungsschritte. Die Figur zeigt gleichzeitig die eigenthümliche Anordnung der Zellen des 8zelligen Stadiums; die Theilfurche IV spaltet zunächst die centralen Kreuzzellen in 2 neue, die Furche V die äusseren Zellen. (Nach Goroshankin.)

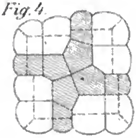
Eine 32zellige Kolonie geht nach Goroshankin aus der eben beschriebenen 16zelligen Platte dadurch hervor, dass die vier centralen Zellen sich unverändert erhalten, dagegen die vier Eckzellen der viereckigen Platte in drei Zellen und ihre beiden Nachbarn in je zwei Zellen zerfallen, wie dies in nebenstehender Figur 4 durch punktirte Linien angedeutet ist. Durch Einkrümmung dieser 32zelligen viereckigen Platte bildet sich dann in

*) Letztere Figur zeigt die definitive Anordnung der acht Zellen, wie sie sich durch gewisse Verschiebungen während des Theilungsprocesses erzeugt.

derselben Weise die kuglige 32zellige Kolonie. Die Zellen der kuglig gewordenen Kolonie wachsen rasch und platten sich gegenseitig polygonal ab, scheiden die gemeinsame Kolonialhülle aus und bilden ihre Specialhüllen. Nach Ausbildung der Geisseln durchbricht die junge Kolonie schliesslich die bis jetzt noch erhaltene, jedoch sehr verdünnte Membran der Mutterzelle, sowie die Kolonialhülle der Mutter und wird frei.

Viel Uebereinstimmung mit Eudorina bietet schliesslich die Gattung Volvox dar, deren sogen. Kolonien jedoch diesen Namen eigentlich nicht mehr verdienen, sondern vielzellige Individuen einfachster Art geworden sind, wie ich mit Goroshankin behaupten muss. Dies spricht sich darin aus, dass die Fähigkeit, neue Kolonien zu erzeugen, auf einzelne Individuen oder Zellen beschränkt ist, die sich schon sehr frühzeitig durch energisches Wachsthum von den übrigen unterscheiden. Die Gattung Volvox gehört daher streng genommen nicht mehr in den Bereich unserer Betrachtung; da dieselbe jedoch auf das allerinnigste mit den seither besprochenen Volvocinen verbunden ist und ihr auch eine isolirte Stellung vorerst nicht angewiesen werden kann, müssen wir sie doch etwas genauer besprechen. Wie gesagt, ist der allgemeine Bau eudorinenartig. Das ansehnliche kugelförmige Wesen wird aus sehr zahlreichen Zellen gebildet, die peripherisch, dicht unter einer gemeinsamen äusseren Mantelhülle in gleichen regelmässigen Abständen liegen (44, 10a—b). Jede Zelle besitzt eine weitabstehende Spezialhülle, deren peripherischer Theil jedoch mit der allgemeinen Kugelhülle und deren seitliche Theile mit denen der sechs in regelmässiger Weise jede Zelle umstehenden Nachbarzellen untrennbar verwachsen erscheinen. Bei der Ansicht auf die Kugelfläche (10 b) erscheinen daher die Zellhüllen als regelmässig sechsseitige wabenartige Figuren um sämmtliche Zellenleiber. Besonders charakteristisch für Volvox ist weiterhin, dass das Plasma sämmtlicher Zellen in organischer Verbindung steht, indem von jedem Zellleib sechs Plasmafäden gegen die Mitte der sechs Seiten der Zellhülle ausstrahlen und diese durchbrechend in die entsprechenden Fäden der sechs Nachbarzellen übergehen.

Fig. 4.



Erklär. von Fig. 4. Schemat. Darstellung der Entstehung d. 32zelligen Zustandes der Eudorina aus der 16zelligen Platte der Fig. 3. Die aus den 4 centralen Kreuzzellen der Fig. 2 u. 3 entstandenen 8 Zellen sind durch Schraffirung bezeichnet. Die äussere derselben wird durch die punktirte Furche in 2 zerlegt, die 4 Eckzellen in je 3 und die 4 übrigen Seitenzellen in je 2, wie die punktirten Linien zeigen. (Nach Goroshankin.)

Wie bemerkt, ist die Zahl der Zellen eine ungemein grosse, bleibt jedoch bei dem überhaupt kleineren Volvox minor St. geringer, bei Volvox Globator dagegen steigt sie nach Cohn bis gegen 12,000. Unter den gewöhnlichen Zellen finden sich jedoch noch andere in geringerer Zahl vertheilt, welche sich durch besondere Grösse und Geissellosigkeit auszeichnen und bei den ungeschlechtlich sich fortpflanzenden Generationen als sogen. Parthenogonidien die neuen Kolonien hervor-

bringen, bei den geschlechtlichen Generationen dagegen entweder als Eier oder als Samenmutterzellen functioniren. Zunächst interessiren uns hier nur die Parthenogonidien der ungeschlechtlichen Generation.

Dieselben sind rundliche Zellen, welche zwischen den gewöhnlichen Zellen vertheilt sind und sie schon frühzeitig an Grösse sehr übertreffen. Doch schwankt einerseits die Zahl derselben wie ihre Grösse bei den verschiedenen Volvoxarten. Während bei Volvox Globator und Carteri sehr regelmässig acht Parthenogonidien vorhanden sind, ist ihre Zahl bei V. minor nach Stein ziemlich schwankend, meist finden sich vier, doch gelegentlich auch zwischen einer bis acht. Die Parthenogonidien der letzteren Form, wie des V. Carteri übertreffen die des V. Globator an Grösse sehr, bei V. minor erreichen sie etwa den fünffachen Durchmesser der gewöhnlichen Zellen, bei V. Globator dagegen nicht viel mehr wie den doppelten. Die ansehnliche Grösse der Parthenogonidien bedingt, dass sie tiefer wie die übrigen Zellen ins Innere des Centralraums der Kolonie hineinhängen.

Hinsichtlich der Vertheilung dieser Parthenogonidien über die Oberfläche des Volvox finden sich einige interessante Angaben von Cohn und Carter. Der erstere berichtete 1856, dass die Parthenogonidien stets auf eine Hemisphäre der Volvoxkugel beschränkt seien. Carter dagegen fand bei Volvox Globator und Carteri stets ein Viertel der Kugeloberfläche frei von denselben. Die meisten Beobachter schweigen über diesen Punkt und scheinen daher eine gleichmässige Vertheilung über die gesammte Oberfläche anzunehmen.

Die Entwicklung junger Volvoxindividuen aus den Parthenogonidien hebt gewöhnlich schon sehr frühzeitig, bei Volvox Globator schon kurz nach der Geburt des Individuums an und geschieht auch hier, was schon Ehrenberg constatirte, durch fortgesetzte Zweitheilung. Dabei wächst jedoch der junge sich entwickelnde Volvox rüstig weiter, so dass gegen das Ende der Entwicklung sein Durchmesser $^1/_4$ (V. Globator) bis $^2/_5$ (V. minor) desjenigen des Mutterorganismus beträgt.

Je mehr die sich entwickelnden jungen Individuen heranwachsen, desto tiefer hängen sie in den Centralraum der Mutter hinein, noch umschlossen von der Hülle der Parthenogonidien. Gegen das Ende der Entwicklung hebt sich dieselbe von dem jungen Volvox mehr ab und derselbe durchbricht sie schliesslich, nachdem seine Zellen Geisseln entwickelt haben und gelangt in die Centralhöhle der Mutter. Endlich wird die Wand der Mutterkugel gesprengt und die Töchter treten aus*).

*) Wills (Midland Naturalist Septbr.—Octbr. 1880) gibt an, dass die Oeffnung zum Austritt der Tochterindividuen sich stets an einer bestimmten Stelle der Mutterkugel bilde und zwar an demjenigen Pol derselben, welcher bei der Bewegung das hintere Ende darstellt. Der Durchmesser der Oeffnung sei bei Volvox Globator kleiner wie der der Tochterkugeln und diese würden mit einer ziemlichen Gewalt aus der Geburtsöffnung herausgeschleudert. Erst nach einigen Minuten der Ruhe begännen sie dann ihre Bewegung.

Der Theilungs- oder Furchungsprocess der Parthenogonidien nimmt auch hier unsere Aufmerksamkeit noch in Anspruch. Es lässt sich nämlich sehr wahrscheinlich machen, dass derselbe ganz dem der Eudorina entspricht. Demnach sind die Theilungen zunächst sämmtlich Längstheilungen, was gegenüber der Darstellung Cohn's (1876) bemerkenswerth ist. Die beste Schilderung der Furchung verdanken wir auch hier Goroshankin, dessen Beobachtungen ich durch einige eigene zu ergänzen in der Lage bin. Weiterhin wird jedoch der Process noch aufgeklärt durch die Beobachtungen Kirchner's über die Theilungsfolge bei der Entwicklung des befruchteten Volvoxeis, da letzterer Vorgang wesentlich derselbe ist, wie der erstere. Auf die Viertheilung folgt auch hier der charakteristische bei Eudorina beschriebene achtzellige Zustand mit den kreuzförmig geordneten vier inneren Zellen (T. 45, 1 h). Schon auf diesem Zustand tritt aber bei Volvox die Zusammenkrümmung zur Kugelgestalt auf, indem sich die vier peripherischen Zellen etwas unter die Kreuzzellen schieben, doch bleibt zwischen ihnen stets eine centrale ziemlich weite Lücke. Im sechzehnzelligen Zustande (45, 1 i) ist die kuglige Bildung schon weit deutlicher ausgesprochen, wir finden vier obere centrale Zellen, welche den vier Centralzellen der sechzehnzelligen Eudorinaplatte entsprechen, hierauf einen aequatorialen Ring von acht Zellen, die den vier Paar Eckzellen (s. Fig. 4 p. 775) des Eudorinaplättchens entsprechen dürften und vier untere Zellen, die mit den oberen alterniren und daher die vier Seitenzellen der Eudorinatafel repräsentiren. Das Loch zwischen den letztgenannten vier Zellen ist deutlich vorhanden und eine Centralhöhle der Kugel schon ausgebildet. Die weitere Theilungsfolge wurde bis jetzt nicht genauer verfolgt; durch weitere Längstheilungen der sechzehn Zellen (ob sämmtlicher erscheint etwas fraglich) erhöht sich die Zellenzahl. Die Zellen schliessen sich mehr und mehr zur Kugelwand zusammen und deren Centralhöhle erweitert sich stetig. Die untere Oeffnung der Kugel erhält sich jedoch bis zum Ende der Entwicklung (T. 45, 1 k) und schliesst sich erst kurz vor der Bildung der Cilien; ja bei der Entwicklung des Volvox aus dem Ei, sah Kirchner zuweilen die Oeffnung noch an jungen freigewordenen Individuen nicht gänzlich geschlossen.

Die Oeffnung scheint stets gegen die Oberfläche der Mutter gekehrt zu sein und schon Ehrenberg bemerkte sie. Nach Schluss der Kugel scheidet dieselbe auf ihrer Oberfläche die Mantelhülle aus und gleichzeitig scheinen sich auch die Hüllen der Zellen zu bilden. Erst nach der Befreiung der jungen Volvoxindividuen rücken jedoch die bis jetzt noch dicht zusammengelagerten Zellen auseinander. Schon zuvor haben sich aber die Parthenogonidien differenzirt, indem gewisse Zellen stark hervorwuchsen. Es lassen sich dieselben daher schon vor der Geburt deutlich erkennen.

Stein zeichnet in der Entwicklung der Parthenogonidien des Volvox minor deutlich ein achtzelliges, ringförmiges Stadium, dessen reelle Existenz jedoch nach dem früher Gesagten sehr zweifelhaft scheint. Nicht immer

scheint die freigewordene Volvoxkugel ihre definitive Zellenzahl schon erreicht zu haben, wenigstens beobachtete Stein selbst beim erwachsenen Volvox minor zuweilen noch Vermehrung einzelner Zellen durch Längstheilung.

Die im Vorstehenden versuchte Schilderung der Kolonien der Volvocinen zeigt, dass dieselben eine deutlich ausgesprochene phyletische Entwicklungsreihe darstellen, welche von relativ einfachen Anfängen zu hoher Ausbildung führt.

Zum Beschluss unserer Besprechung der Volvocinenkolonien betonen wir noch, dass wenigstens bei Gonium pectorale häufig einzelne Individuen die Kolonie verlassen und als Chlamydomonas ähnliche Wesen frei umherschwärmen. Auf solche Weise können sich ganze Goniumkolonien auflösen. Obgleich a priori nicht unwahrscheinlich, ist doch bis jetzt nicht erwiesen, dass solche isolirten Individuen durch Theilung wieder neue Kolonien zu erzeugen vermögen, vielmehr scheint es nach den Untersuchungen Cohn's, dass sie zunächst in einen encystirten Dauerzustand übergehen. Auch bei Pandorina schildert Stein isolirte Individuen, welche im beweglichen Zustande durch successive Theilungen wieder zu Kolonien werden sollen, doch liegt die Möglichkeit vor, dass dieselben aus Zygoten hervorgingen; auch scheint mir ihre Zugehörigkeit zu Pandorina überhaupt nicht ganz sicher erwiesen.

d) Copulationserscheinungen (geschlechtliche Fortpflanzung) und ihre Folgen. In keiner Abtheilung der Protozoa tritt die grosse Bedeutung der copulativen Processe bis jetzt klarer hervor und zeigen dieselben eine so auffallende Annäherung an die Befruchtungserscheinungen der Metazoën und zahlreicher niederer Pflanzen, wie in der Klasse der Flagellaten; dennoch ist es bis jetzt nur bei einer beschränkten Zahl derselben möglich gewesen, die Copulation zu erweisen. Bei der grossen Abtheilung der Euglenoidinen fehlt bis jetzt jede Nachricht über Copulation*), dagegen ist dieselbe äusserst verbreitet unter den Chlamydomonadinen und Volvocinen und wurde in mehreren Fällen auch unter den Monadinen und Bodoninen constatirt. Es hängt von allgemeinen Vorstellungen über die Bedeutung der Copulationserscheinung ab, welchen Werth man heutzutage dem mangelnden Nachweis derselben bei zahlreichen Formen und speciell bei den so häufig und eingehend untersuchten Euglenoidinen zuschreiben will. Ich persönlich neige mich der Ansicht zu, dass die Bedeutung dieser Vorgänge im Leben der Organismen eine so allgemeine und tiefgreifende ist, dass zur Zeit aus ihrer Nichtbeobachtung bei gewissen Abtheilungen noch kein Schluss auf ihren völligen Mangel gezogen werden darf.

Die genauesten Aufschlüsse über diese Vorgänge besitzen wir bei den

*) Auch die neuerdings wieder von Kent angegebene Copulation der Euglena viridis erscheint gegenüber den negativen Erfahrungen von Klebs ganz zweifelhaft.

erwähnten Phytomastigoden, wogegen die Untersuchungen über die Monadinen und Bodoninen häufig noch viel Unsicheres enthalten.

Da jedoch die hierher gehörigen Erscheinungen der letzteren im Ganzen eine gewisse Einfachheit darbieten, so beginnen wir unsere Betrachtung mit denselben.

Bei gewissen kleinen Bodonen und Monaden finden sich Copulationserscheinungen im geissellosen amöboiden Zustande. Dieses Verhalten constatirte zuerst Cienkowsky (95, 107, 115) bei dem hinsichtlich seiner Ernährungsweise schon früher geschilderten Bodo angustatus Duj. Im Amöbenzustand fliessen häufig mehrere Individuen desselben zu einer Art Plasmodium zusammen, welches hierauf in einen mit einfacher Cystenhaut versehenen Ruhezustand übergeht. Nach Ausscheidung der unverdauten Nahrungsreste zerfällt hierauf der encystirte Körper, wie es scheint simultan, in sehr zahlreiche kleine Sprösslinge (T. 46, 6k), die sich in Gestalt des Mutterorganismus wieder befreien (T. 46, 6i).

Die Copulation ist jedoch hier, wie bei zahlreichen Sporozoën eine facultative, d. h. es können auch die Einzelwesen in diesen Ruhe- und Vermehrungszustand übergehen. Dennoch dürfen wir auch hier die Bedeutung der Copulation nicht unterschätzen, angesichts der nahen Beziehungen zu den besser ausgesprochenen Formen derselben. Auch Kent bestätigte die Copulation und Sprösslingbildung des Bodo angustatus. Bei der solitären Ruhezustandsbildung sollen sich nach ihm jedoch nur vier Sprösslinge entwickeln.

Copulation will Kent auch bei zwei weiteren Bodonen beobachtet haben, zunächst seiner Heteromita Lens (= ? Bodo globosus St.). Auch hier soll die Zygote zu einer kugligen, dünnschaligen Cyste werden, in der sich sehr zahlreiche kleine Sprösslinge entwickeln. Die letzteren gehen nach ihm ursprünglich eingeisselig aus der Zygote hervor und entwickeln sich erst, allmählich heranwachsend, zu der zweigeisseligen Form. Auch bei Bodo caudatus will unser Forscher Copulation gesehen haben, und deutet auch das von Stein geschilderte Fressen eines Individuums durch ein anderes als Copulation, was mir jedoch entschieden unrichtig erscheint.

Eine gewisse Uebereinstimmung mit den ebengeschilderten Vorgängen besitzen die Copulationserscheinungen, welche Dallinger und Drysdale von einer Cercomonas (wahrscheinlich C. longicauda Duj.) schildern (145). Nachdem diese Form sich zwei bis vier Tage durch Zweitheilung vermehrt hat, treten zuerst Copulationserscheinungen auf. Die Flagellaten gingen, ohne den Schwanzfaden und die Geisseln zu verlieren, in einen amöboiden Zustand über und copulirten schliesslich paarweise (T. 39, 12b). Dabei bilden sich die Körperanhänge zurück und eigenthümlicher Weise sollen zuerst die lappenförmigen Pseudopodien zu einer einheitlichen Masse verschmelzen, in welcher die beiden Körper noch deutlich zu erkennen sind (12c). Schliesslich verschmelzen auch die Körper völlig und das Copulationsproduct bildet sich zu einer dünnhäutigen kugligen Cyste um (12d). Dieselbe bricht nach einiger Zeit auf und entlässt eine ungeheuere Menge feinster Körnchen (12e), d. h. die Sporen nach der Ansicht der Verfasser. Die Entwickelung dieser Sporen zur ausgebildeten

Form, wollen D. und Dr. Schritt für Schritt verfolgt haben. Die Körnchen beginnen zu wachsen und zeigen nach neun Stunden die erste Spur der Geissel und des Schwanzfadens, um nach weiteren drei Stunden auf dem reifen, theilungsfähigen Stadium angelangt zu sein.

Dallinger und Drysdale (145 u. 168) haben nun den Copulationsprocess noch bei folgenden Formen studirt: dem Tetramitus rostratus, zwei Bodonen (der sogen. Häkchenmonade, sehr ähnlich dem Bodo caudatus, und der sogen. springenden Monade, sehr ähnlich dem Bodo saltans)', ferner der sogen. Monas Dallingeri und der eigenthümlichen dreigeisseligen Dallingeria Drysdali. Bei den Copulationsprocessen dieser Formen zeigt sich nun meist die Eigenthümlichkeit, dass die beiden verschmelzenden Individuen in gewisser Hinsicht ungleich sind, d. h. dass sie entweder in der Grösse differiren oder eine verschiedene Herkunft besitzen. Nur bei Tetramitus rostratus liess sich keinerlei Differenz der copulirenden Individuen nachweisen. Im anderen Falle dagegen liegt es natürlich nahe, die Unterschiede der copulirenden Gameten auf eine geschlechtliche Differenzirung in ovoide und spermoide Individuen zu beziehen, wozu wir um so mehr Berechtigung besitzen, da bei den später zu betrachtenden Phytomastigoden eine solche Differenzirung zuweilen ganz zweifellos hervortritt. Vor der Copulation tritt bei dem Tetramitus rostratus deutlich eine halbamöboide Beschaffenheit der Individuen auf, so dass deren hintere Körperhälften eine Art papillöse Beschaffenheit annehmen. Auch sollen sich die Nuclei beträchtlich vergrössern sowie die Pulsationen der contractilen Vacuolen viel energischer werden; gleichzeitig trete eine auffallende Gefrässigkeit dieser Individuen ein. Dann copuliren die beiden Individuen zunächst mit den Hinterenden (T. 45, 13c) und verschmelzen hierauf successive von hinten nach vorn völlig. Auch die beiden Nuclei vereinigen sich und die contractilen Vacuolen sollen zu einer zusammentreten, was auf Grund der Erfahrungen bei anderen Flagellaten sehr zweifelhaft erscheint. Die Copulation der Nuclei dagegen ist jedenfalls ein allgemein verbreiteter Vorgang, da D. und Dr. sie auch bei Bodo (?) saltans und bei Dallingeria Drysdali beobachten konnten und dieselbe ebenso bei der Copulation der Phytomastigoden mehrfach beobachtet wurde. Das Resultat des Copulationsactes des Tetramitus rostratus ist die Bildung einer ruhenden kugligen encystirten Zygote.

Die Vereinigung der Gameten mit dem Hinterende constatirten unsere Forscher auch bei Bodo (?) saltans. Doch herrscht nach ihnen hier eine Differenz der beiden Individuen, indem das eine eines der gewöhnlichen, mit der Schleppgeissel festgehefteten und durch Längstheilung entstandenen sei, wogegen das andere durch eigenthümliche Quertheilung aus einem freischwimmenden Thier hervorgegangen sein soll. Nach völliger Verschmelzung der beiden Körper bildet die noch mit den vier Geisseln versehene Zygote einen stumpfdreieckigen Körper; hierauf schwinden die Geisseln und die Zygote geht durch Ausscheidung einer zarten Cystenhaut in einen ruhenden Zustand über, dessen weitere Entwicklung später

besprochen wird. Bei Bodo (?) caudatus, Monas Dallingeri (40, 5 h) und Dallingeria Drysdali (46, 12 e) legen sich die copulirenden Individuen seitlich an einander und schwimmen in dieser Weise noch längere Zeit umher; bis sich dann die Verschmelzung allmählich vollzieht. Bei den beiden ersterwähnten Formen sind die copulirenden Individuen jedoch von ungleicher Grösse und daher tritt, wie dies unter solchen Umständen gewöhnlich, ein allmähliches Zusammenfliessen des Körpers des kleineren (spermoiden?) Individuums mit dem grösseren (ovoiden?) ein*). Wenngleich nun auch bei der Dallingeria Drysdali die beiden Gameten dieselbe Grösse besitzen, sollen sie doch sonst sehr ungleich sein (T. 46, 12 c). Die eine derselben ist nur eingeisselig, während die andere die gewöhnlichen drei Geisseln besitzt. Die ersterwähnte Gamete entstand aus einem gewöhnlichen Individuum in der Weise, dass dessen beide hinteren Geisseln allmählich zusammenschrumpften und schliesslich ganz eingezogen wurden (T. 46, 12 d). Gleichzeitig bildete sich ein feingranuläres Band in der Aequatorialregion des Körpers aus. Auch soll sich der Nucleus des so umgestalteten Thieres ungemein vergrössern. Nachdem nun die copulirten Gameten etwa $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunden zusammen umhergeschwommen sind, zieht auch die dreigeisselige ihre beiden seitlichen Geisseln ein und die Verschmelzung geschieht. Dabei sollen sogar die beiden vorderen Geisseln miteinander verschmelzen. Schliesslich schwindet die Geissel der Zygote und letztere geht in einen etwa spindelförmigen encystirten Ruhezustand über (46, 12 f).

Das Resultat des Copulationsprocesses des Bodo (?) caudatus und der Monas Dallingeri ist eine ruhende zarthäutige kuglige Zygote (T. 46, 56; 40, 5 i) und bei der ersteren Form werden die Geisseln bei dem Uebergang in diesen Zustand jedenfalls abgeworfen, nicht eingezogen.

Die Weiterentwicklung der ruhenden Zygoten schildern die Verf. sehr übereinstimmend und nur bei Bodo caudatus in einer Weise, welche sich dem anschliesst, was wir von anderen Protozoën und von den Phytomastigoden kennen. Bei dieser Form (T. 46, 56—e) zerfällt nämlich der Inhalt der Zygote durch regelmässig fortschreitende Zweitheilung in eine sehr grosse Zahl kleiner ovaler Sprösslinge, die sich sehr bald in der Zygotenhülle lebhaft bewegen und dieselbe schliesslich durchbrechen und frei werden. Zunächst sollen sie nur die hintere grössere Geissel besitzen, nach weiterem Wachsthum gesellt sich hiezu auch die vordere hakenförmige Geissel und bald ist die Bildung der reifen Form erreicht.

Bei sämmtlichen übrigen beobachteten Formen fanden die Beob-

*) Auch bei Monas Guttula sucht Stein eine Copulation zwischen kleinen und grossen Individuen wahrscheinlich zu machen, jedoch ist die Deutung der gesehenen Zustände bis jetzt sehr unsicher. Bei seiner mit Monas jedenfalls identischen Gattung Physomonas schliesst dagegen Kent auf Copulation gleich grosser festsitzender Thiere daraus, dass er zuweilen encystirte Dauerzustände fand (T. 41, 2 c), die auf zwei Stielen befestigt waren, d. h. den beiden Stielen der wahrscheinlich copulirten Individuen (vergl. hierüber auch bei der Besprechung der Dauerzustände).

achter durchaus nichts von einem Theilungsprocess des Zygoteninhalts, dagegen öffnete sich auch hier nach Verlauf einiger Stunden die Zygotenhülle an einer oder mehreren Stellen und eine eiweissartige schleimige Masse trat aus, die gewöhnlich eine ungeheure Menge äusserst feiner Körnchen enthielt. Bei der dreieckigen Zygote des Bodo saltaus öffnen sich gewöhnlich die drei Ecken, bei der spindelförmigen der Dallingeria Drysdali die beiden Enden. Die kugligen Zygoten der übrigen reissen an einer Stelle unregelmässig auf (T. 40, 5k). Bei der Zygote des Tetramitus dagegen wurde keine deutliche Oeffnung in der Cyste beobachtet, wenngleich auch hier aus derselben unzählige kleine Körnchen hervortraten. Diese minutiösen Körnchen betrachten unsere Beobachter nun als Sporen, wie dies schon oben bei der Cercomonas angegeben wurde. Dieselben sollen unter Umständen so klein sein, dass sie für unsere besten optischen Hilfsmittel unerreichbar sind, denn bei der Monas Dallingeri trat aus der Zygote eine nichtgranuläre eiweissartige Masse aus, die unsichtbare Sporen enthalten soll, da Verf. die Entwicklung junger Wesen aus derselben beobachtet haben wollen.

Bei allen beobachteten Formen wollen nämlich Dallinger und Drysdale die Weiterentwicklung dieser Sporen genau verfolgt haben und dieselbe umfasste gewöhnlich einen Zeitraum von mehreren Stunden. Zunächst beginnen die Sporen zu wachsen und nehmen allmählich eine Gestalt an, welche sich der des Mutterorganismus nähert. Dann machen sich die Geisseln bemerklich, die manchmal zunächst unbeweglich sind und auch bei mehrgeisseligen Formen successive auftreten können. So bildet sich bei dem Bodo (?) saltans zuerst die hintere Geissel, bei Tetramitus rostratus sieht man zunächst zwei bis drei Geisseln, später erst die volle Vierzahl. Ebenso treten auch Kern und contractile Vacuole erst im weiteren Verlauf der Sporenentwicklung hervor. Bei der Entwicklung der schleimigen Masse, welche aus der Zygote der Monas Dallingeri entleert wird, sollen zuerst feinste Pünktchen auftreten, die früher unsichtbaren, jetzt durch Wachsthum sichtbar gewordenen Sporen und diese sich dann weiter entwickeln.

Obgleich nun diese Angaben unserer Forscher über die Sporenentwicklung ungemein bestimmt lauten und die successiven Entwicklungsschritte durch zahlreiche Abbildungen illustrirt sind, halte ich dieselben doch noch für sehr bestätigungsbedürftig. Directe Einwände lassen sich zur Zeit kaum gegen dieselben erheben, da es an anderweitigen gesicherten Beobachtungen mangelt. Dagegen können wir indirect wohl einige Zweifel erheben, wenn wir zu zeigen vermögen, dass bei einer anderen Form, welcher die englischen Forscher eine ähnliche Sporenentwicklung zuschreiben, sicher ein Irrthum vorliegt. Diese Form ist die vielverbreitete Chlamydomonadine Polytoma. Auch bei dieser beobachteten Dallinger und Drysdale die Bildung umhüllter ruhender Zygoten, in welchen nach einiger Zeit eine vibrirende oder wogende Bewegung auftreten soll. Hierauf breche die Hülle auf und aus der Zygote trete eine wolkige Masse aus, die zahlreiche punktförmige Sporen enthalte. Auch diese Sporen sollen sich nun wieder zu Polytomen entwickeln.

Wir werden nun aber gleich sehen, dass dieser angebliche Entwicklungsgang der Polytomazygote sicherlich irrig ist, da wir über denselben neue gründliche Untersuchungen

besitzen, deren Richtigkeit auch daraus erhellt, dass sie mit den zahlreichen Erfahrungen bei den übrigen Chlamydomonadinen aufs Beste harmoniren. Sind wir einerseits durch diese jedenfalls unrichtigen Beobachtungen über die angebliche Sporenentwicklung der Polytoma berechtigt, auch die ähnlichen Angaben unserer Forscher für andere Formen etwas zu bezweifeln, so wird diese Empfindung noch bestärkt durch die kritische Betrachtung eines weiteren Fortpflanzungsprocesses, den sie Polytoma ausserdem zuschreiben. Wie wir früher erfahren haben, enthält diese Flagellate gewöhnlich ansehnliche Mengen Stärkekörner, die im Hinterende meist besonders reichlich angehäuft sind. D. und Dr. wollen nun beobachtet haben, dass die Polytomen zuweilen diese Körner (deren Amylumnatur sie nicht kennen) am Hinterende entleeren. In den ausgestossenen Körnern sollen nach einiger Zeit sehr kleine Punkte oder Flecken (bis 70) auftreten, die sich allmählich vergrösserten. Hierauf beginnen diese Punkte eine schwingende Bewegung und schlüpfen schliesslich aus, um sich als bacterienartige Körperchen weiter zu bewegen. Letztere vergrössern sich rasch und seien in 4—5 Stunden zu normalen Polytomen herangewachsen.

Es dürfte nun kaum einem Zweifel unterworfen sein, dass dieser angebliche Fortpflanzungsprocess durchaus irrig ist, was neuerdings auch Balbiani hervorhob (199), und dies erhöht naturgemäss unsere Zweifel an der Zuverlässigkeit der übrigen mit ähnlicher Bestimmtheit vorgetragenen und abgebildeten Beobachtungen Dallinger's und Drysdale's.

Zu den noch zweifelhaften Copulationsvorgängen müssen wir auch den von Kent bei den Uroglenakolonien beschriebenen Sporenfortpflanzungsprocess rechnen. Zwischen den gewöhnlichen Individuen der Kolonien beobachtete Kent zuweilen runde, sehr hartschalige Cysten, welche er deshalb mit einigem Recht als Zygoten beansprucht, weil ihre Grösse die der gewöhnlichen Individuen mehrfach übertraf. Der Inhalt dieser Cysten bestand bald aus grösseren (T. 42, 5c) bald aus kleineren sporenartigen Körperchen (Makro- oder Mikrosporen Kent's). Kent vermuthet, dass diese Cysten beim Absterben der Kolonien frei würden. Da jedoch bis jetzt die Weiterentwicklung der sporenartigen Elemente dieser Cysten nicht verfolgt wurde, so bleibt es vorerst noch zweifelhaft, ob sie in den Entwicklungskreis der Uroglena gehören.

Copulationserscheinungen der Chlamydomonadinen. Bei sämmtlichen hierher gehörigen Formen (mit Ausnahme der Gattung Haematococcus und der bis jetzt sehr wenig untersuchten Coccomonas) kennt man Copulation. Es scheint mir daher recht wahrscheinlich, dass auch Haematococcus entsprechende Vorgänge zeigt. Vielleicht deuten sogar die von Cohn und Wichura (1857) beobachteten viergeisseligen Mikrogonidien dieser Form auf Copulation hin, obwohl dies nicht ganz sicher ist, da gleichzeitig auch entschiedene Zwillingszustände beobachtet wurden und die viergeisseligen Formen daher auch auf unvollständiger Theilung beruhen könnten*).

Bei fast sämmtlichen Vertretern unserer Familie vollziehen sogen. Mikrogonidien die Copulation, sei es, dass dieselben sich unter einander

*) Die von Velten (136) beschriebene Copulation der Haematococcusschwärmer mittels der Hinterenden halte ich mit Rostafinski (137) für irrthümlich, hervorgerufen durch Beobachtung von Haematococcuszellen, welche von dem Bodo angustatus ausgesaugt wurden (s. p. 697). Velten hielt den Bodo für die weibliche Gamete, in welche das Plasma der männlichen (d. h. der Haematococcuszelle) allmählich herübertrete.

copuliren oder sei es, dass sie sich mit grösseren, den gewöhnlichen ähnlicheren Individuen vereinigen. Im letzteren Falle ist denn schon eine Annäherung an die Differenzirung ovoider und spermoider Individuen gegeben, wie sie die höheren Volvocinen so deutlich zeigen, doch scheint bei keiner Chlamydomonadine eine sehr ausgesprochene Differenz der Gameten vorhanden zu sein.

Nur bei der Gattung Polytoma scheint es nach den Untersuchungen von Krassilstschik nie zur Bildung von Mikrogonidien zu kommen, sondern die Gameten sind Sprösslinge, welche durch gewöhnliche Viertheilung entstehen, nachdem die Vermehrung durch Theilung in der früher beschriebenen Weise etwa 4—6 Tage seit dem Hervorgehen der Polytomen aus dem ruhenden Zygotenzustand fortgesetzt stattgefunden hat. Da jedoch die Paarung dieser Gameten, welche sich durch keinerlei wesentliche Merkmale von den gewöhnlichen Polytomen unterscheiden, meist schon wenige Stunden nach ihrem Austritt aus der Mutterhülle geschieht, so sind sie, wenngleich etwas herangewachsen, doch meist kleiner wie die erwachsenen Formen. Trotzdem ereignet es sich auch, dass die Gameten vor der Copulation zu völliger Grösse auswachsen und sich nun erst unter einander oder auch mit nicht ausgewachsenen kleineren Gameten copuliren. Im Anschluss an Krassilstschik dürfen wir in letzterem Fall gewiss nicht eine Vereinigung ovoider und spermoider Individuen sehen, sondern müssen auf Grund der dargelegten Verhältnisse zugeben, dass bei Polytoma eine solche Differenzirung noch nicht eingetreten ist.

Für die geringe Differenzirung der Gameten der Polytoma spricht weiterhin die durch den russischen Forscher gleichfalls festgestellte Erscheinung, dass dieselben unter Umständen auch wieder zur gewöhnlichen Vermehrung durch Theilung übergehen können und dass dann erst ihre Nachkommen zur Copulation schreiten.

Bei den übrigen Chlamydomonadinen sind es (soweit die Untersuchungen jetzt reichen) stets Mikrogonidien, welche sich copuliren oder es ist doch die eine der Gameten eine Mikrogonidie, welche dann gewöhnlich gegenüber der andern grösseren als die männliche oder spermoide betrachtet wird. Trotz dieses Grössenunterschiedes der copulirenden Gameten ist es aber manchmal sehr wenig sicher, ob man berechtigt ist, eine wirkliche geschlechtliche Differenz derselben anzunehmen, ja die Grössenunterschiede mögen nicht selten auf ähnlicher Ursache beruhen wie bei der Polytoma. So gibt z. B. Rostafinski an, dass die copulirenden Mikrogonidien der Carteria häufig sehr verschiedener Grösse seien, doch lasse sich durchaus kein weiterer Unterschied und damit auch keine geschlechtliche Differenz feststellen.

Bei Chlorogonium copuliren ebenfalls nur gleiche Mikrogonidien und dies gilt sicher auch für gewisse Chlamydomonasformen, so den Chl. rostratus nach Goroshankin. Etwas widersprechend lauten in dieser Beziehung die Angaben der Beobachter über den gewöhnlichen Chl. pulvisculus. Nach Goroshankin sollen sich hier spermoide Mikrogonidien (welche

durch Achttheilung entstehen) und grössere ovoide Gonidien (die durch Zwei- bis Viertheilung entstanden) copuliren. Dagegen behauptet Reinhardt, dass sich nur Mikrogonidien copuliren, bemerkt jedoch nichtsdestoweniger ebenfalls gewöhnlich einen recht ansehnlichen Grössenunterschied zwischen den sich vereinigenden Gameten. Auch fasst er wie Goroshankin die grösseren als weibliche, die kleineren als männliche auf, zwischen welchen jedoch alle möglichen Grössenübergänge zu beobachten seien. Es ist mir daher nicht wohl möglich eine so grosse Differenz zwischen den Beobachtungen Goroshankin's und Reinhardt's zu erkennen, wie Letzterer meint, und wir dürfen es für sicher halten, dass sich bei Chl. pulvisculus im Allgemeinen ein ziemlicher Grössenunterschied der Gameten findet. (Nur einmal beobachtete Goroshankin jedoch auch die Copulation zweier kleiner Mikrogonidien.)

Eine ähnliche, aber noch ausgesprochenere Grössendifferenz der Gameten beobachtete Carter (1858) bei Phaeotus lenticularis, gleichzeitig die erste Nachricht über die Copulationserscheinungen unserer Familie. Die grössern ovoiden Individuen (T. 44, 3f) entstehen hier durch Zwei- bis Viertheilung in der früher beschriebenen Weise, die kleinen spermoiden dagegen durch 64theilung.

Der Copulationsact selbst gestaltet sich bei allen Formen, wo er eingehender verfolgt wurde, in übereinstimmender Weise. Die Gameten vereinigen sich nämlich mit ihren Vorderenden.

Die einzige Ausnahme von dieser Regel will Schneider (1878) bei Chlamydomonas pulvisculus beobachtet haben und ähnliche Zustände bildet auch Stein ab. Schneider sah gleich grosse Individuen zuerst mit den Hinterenden sich vereinigen und allmählich vollständig verschmelzen. Auch Stein bildet eine ganze Reihe ähnlicher Stadien successiver Verschmelzung ab. Doch ist es zunächst schwierig, dieselben ohne Beschreibung richtig zu beurtheilen, und Stein hat anderseits mehrfach Theilungs- resp. Zwillingszustände irrig als Conjugationszustände beansprucht. Gegenüber den bestimmten Angaben Schneider's ist es kaum möglich, das Vorkommen solcher Copulation zu leugnen, doch bedarf die Angelegenheit immerhin erneuter Untersuchung.

Die Vereinigung der Gameten mit den ungefärbten Stellen der Vorderenden muss jedenfalls unter stellenweiser Auflösung der Hüllen stattfinden, da nach der übereinstimmenden Angabe fast sämmtlicher Beobachter auch die Gameten mit Hüllen versehen sind. Dabei legen sich die Gameten entweder ziemlich gleich gerichtet dicht neben einander, so bei Chlorogonium (T. 44, 1 d) und vielleicht auch noch anderen Formen, oder sie stellen sich gegeneinander, so dass ihre Axen in eine Linie fallen und das beginnende Copulationsprodukt eine etwa bisquitförmige Gestalt besitzt (T. 43, 7 a). Allmählich schreitet nun die Verschmelzung weiter fort, wobei wieder eine wenigstens theilweise Auflösung der Hüllen stattfinden muss, bis schliesslich eine einheitliche Zygote (oder Zygospore) gebildet

ist. Die letztere ist fast stets an den noch erhaltenen vier Geisseln, den beiden Augenflecken und den noch erhaltenen contractilen Vacuolen der beiden Gameten leicht kenntlich.

Nur bei Chlamydomonas pulvisculus verläuft die Copulation nach Goroshankin's Beobachtungen, welche durch Stein'sche Abbildungen bestätigt werden, häufig etwas anders. Wir sagen häufig, da später Reinhardt den Copulationsprocess dieser Form wieder mehr in der gewöhnlichen Weise schilderte, woraus dann hervorzugehen scheint, dass hier wahrscheinlich ein etwas wechselndes Verhalten herrscht. Wie früher bemerkt, sind die copulirenden Gameten von Chl. pulvisc. in ihrer Grösse stets wesentlich verschieden und die kleine oder spermoide, wie wir sie ja mit gewissem Recht schon bezeichnen dürfen, verhält sich nun auch nach Goroshankin's Darstellung einem Spermatozoid ähnlich. Nach ihrer Vereinigung mit der grössern ovoiden Gamete in der früher geschilderten Weise (T. 43, 7a—b) kriecht ihr Plasmakörper allmählich aus seiner Hülle in die der ovoiden Gamete herüber, deren Plasma sich in den Grund der Hülle zurückgezogen hat. Hierauf fliesst das Plasma der kleinen Gamete unter deutlichen amöboiden Bewegungen zu dem der grösseren hin und verschmilzt damit allmählich, wobei an der Vereinigungsstelle lebhafte „Glitschbewegungen" stattfinden. Nach Vereinigung der Plasmamassen beginnt die Zygote lebhafte drehende Bewegungen auszuführen. Schon einige Zeit vor der eigentlichen Verschmelzung fallen die Geisseln der Gameten ab, was auch Stein angibt, doch beobachtete der Letztere nicht die Zurückziehung des Plasmas der ovoiden Gamete in den Schalengrund. Wie bemerkt, weicht Reinhardt's Darstellung etwas von der eben gegebenen ab; er sah die Geisseln häufig noch bis nach völliger Verschmelzung der Gameten zu einer abgerundeten Zygote erhalten, so dass letztere noch beweglich blieb. Doch beobachtete er auch nicht selten früheren Verlust der Geisseln. Weiterhin scheint seine Darstellung namentlich darin von der Goroshankin's abzuweichen, dass er ein gleichmässiges Zusammenschmelzen der beiden Gameten behauptet, nicht das geschilderte Uebertreten der kleineren.

Nur bei Polytoma liess sich bis jetzt nachweisen, dass die Nuclei der Gameten verschmelzen; dagegen bleiben, wie schon angedeutet, die Augenflecke und ebenso auch die Pyrenoide allgemein unvereinigt. Wie nun die Geisseln der Zygote früher oder später schwinden, häufig erst, nachdem dieselbe sich im viergeisseligen Zustand noch einige Zeit umher bewegt hat, so schwinden auch die Augenflecke. Schliesslich rundet sich die Zygote ab und geht unter Ausscheidung einer Cystenhaut in den Dauerzustand über. Bei den chlorophyllführenden Formen tritt stets eine allmähliche Röthung bis Bräunung des Inhalts dieser ruhenden Zygote ein, indem sich das früher geschilderte Hämatochrom entwickelt.

Soweit bekannt, ist die Weiterentwicklung der Zygote gewöhnlich an ein vorheriges Austrocknen geknüpft und beginnt erst, wenn dieselbe

wieder unter Wasser gesetzt wird. Jedenfalls können alle diese Zygoten die Austrocknung ertragen und dieselbe ist für ihre Weiterentwicklung günstig. Bei Polytoma genügt jedoch auch die Uebertragung der Zygoten in eine an organischen Substanzen reiche Infusion zu ihrer Weiterentwicklung. Wo die letztere genauer bekannt ist (Chlorogonium und Polytoma nach Krassilstschik, Chlamydomonas pulvisculus nach Reinhardt, Carteria nach Rostafinski) fand sich stets eine Zwei- bis Viertheilung des wieder ergrünenden Inhalts, und dann treten die Sprösslinge meist in Gestalt gewöhnlicher Individuen hervor, um einem neuen Cyclus von Generationen das Leben zu geben. Nur selten scheint eine Modification dieses Entwicklungsganges einzutreten; wenigstens beobachtete Rostafinski bei Carteria, dass der zweigetheilte Zygoteninhalt nicht in Gestalt gewöhnlicher Individuen austrat, sondern durch fortgesetzte Vermehrung im ruhenden Zustand in einen pleurococcus-ähnlichen Zustand überging, wie er früher nach Cienkowsky's Untersuchungen für einige Chlamydomonadinen geschildert wurde.

Die Copulationserscheinungen der Volvocinen schliessen sich, wie zu erwarten, auf innigste denen der Chlamydomonadinen an, erreichen jedoch, wohl im Zusammenhang mit der höheren morphologischen Ausbildung dieser Gruppe, auch eine höhere Entwicklungsstufe. Für einige Genera fehlen bis jetzt Nachrichten über hierhergehörige Processe oder dieselben sind unsicher. Letzteres gilt speciell für Gonium. Bei dieser Gattung wollen Hieronymus und Rostafinski (148) beobachtet haben, dass einzelne, aus dem Kolonialverbande gelöste Individuen im ruhenden Zustande acht zweigeisselige Mikrogonidien erzeugten, die sofort nach ihrem Austritt paarweise copulirten. Wenn diese Beobachtung richtig ist, was nicht ganz zweifellos erscheint, da die Abstammung der Mikrogonidien bildenden Flagellaten von Gonium nicht hinreichend sicher bewiesen wurde, so fehlte bei Gonium noch jede Differenzirung der Gameten. Bei Stephanosphaera wurde bis jetzt ein Copulationsact vermisst, dagegen findet sich bei dieser Gattung, wie wir früher sahen, eine sehr ausgesprochene Mikrogonidienbildung. Die ausschwärmenden Mikrogonidien sollen nun nach der Darstellung von Cohn und Wichura nicht zwei Geisseln wie die gewöhnlichen Individuen, sondern deren vier besitzen. Diese Abweichung ist sehr auffallend, da etwas ähnliches bei keiner verwandten Form beobachtet wurde, und gibt der Vermuthung Raum, dass diese viergeisseligen Mikrogonidien möglicherweise Zygoten sind, welche durch sehr frühzeitige Copulation zweigeisseliger Mikrogonidien, noch vor deren Ausschwärmen, entstehen. Hiermit stimmt denn auch ihr weiteres Verhalten gut überein, da sie weder wachsen, noch sich durch Theilung fortpflanzen, sondern sofort durch Ausscheidung einer dicken Cystenhülle in einen ruhenden Dauerzustand übergehen, der sich röthet. Auch ohne Ausschwärmen können diese Mikrogonidien in der Hülle der Mutterkolonie diesen Dauerzustand bilden.

Sehr einfache Verhältnisse bietet Pandorina Morum dar, und schliesst sich deshalb in ihrem Copulationsprocesse aufs innigste an die einfacheren Chlamydomonadinen an.

Es ist auch hier eine bestimmte Generation, welche nach länger fortgesetzter Vermehrung auftritt, deren Individuen zur Copulation schreiten und man kann diese Generation daher auch als eine geschlechtliche bezeichnen. Dieselbe entsteht in gewöhnlicher Weise dadurch, dass sich die sämmtlichen sechzehn Individuen einer Pandorinakolonie zu kleinen Kolonien von Gameten entwickeln. Diese Gametenkolonien sind jedoch häufiger nur 8zellig; eine Mikrogonidienbildung, im engeren Sinne, liegt also dabei nicht vor. Eine Differenzirung dieser Gametenkolonien in männliche und weibliche ist schwierig festzustellen, wenngleich Pringsheim sich der Ansicht zuneigt, dass die grössten Kolonien weibliche, die mittleren und kleinsten dagegen theils weibliche, theils männliche seien. Die Pandorinen, welche solche Gametenkolonien entwickeln, fallen allmählich zu Boden, da ihre Geisseln verloren gehen und ihre Kolonialhülle, sowie die Spezialhüllen der ursprünglichen Individuen verschleimen. Doch geht diese Verschleimung langsamer vor sich, wie bei der gewöhnlichen Fortpflanzung, weshalb die geschlechtlichen Kolonien längere Zeit in Gruppen vereinigt bleiben. Hierauf bilden die Gametenkolonien ihre Geisseln und Kolonialhüllen aus, letztere lösen sich jedoch bald wieder auf, die einzelnen Gameten werden frei. Nun erfolgt die Copulation der Gameten ganz in der Weise mit den Vorderenden, wie dies schon für gewisse Chlamydomonadinen geschildert wurde (T. 44, 8b—c). Eine Differenzirung der Gameten ist, abgesehen von ihren ziemlich verschiedenen Grössenverhältnissen, nicht wahrnehmbar. Dennoch vermuthet Pringsheim, dass eine innere Differenz angedeutet sei und stützt diese Ansicht darauf, dass sich die grösseren nie unter einander paaren, dagegen die mittleren und kleineren sowohl beliebig unter sich, wie mit den grösseren. Daher hält er, wie auch schon oben für die grösseren Gametenkolonien angedeutet, die grösseren Gameten für weiblich, die mittleren und kleineren dagegen theils für weiblich, theils für männlich.

Die durch Copulation entstandene viergeisselige Zygote (T. 44, 8d) geht in bekannter Weise in einen umhüllten Dauerzustand über, der sich roth verfärbt (8e). Erst nach der Austrocknung entwickelt derselbe sich weiter, indem die eingeschlossene Zygote die Cystenhülle an einer Stelle unter starker Verdünnung bruchsackartig hervortreibt (8f) und dann als nacktes Individuum austritt. Selten theilt sich die Zygote in ihrer Hülle in zwei bis drei Sprösslinge, welche sich dann in ähnlicher Weise befreien. Die freigewordene Zygote resp. ihre Sprösslinge, theilen sich hierauf im freischwimmenden Zustande zu einer sechzehnzelligen Kolonie, die sich dann mit einer Kolonialhülle umkleidet.

Auf viel höherer Ausbildungsstufe sind die Copulationsvorgänge bei Eudorina und Volvox angelangt. Hier sind nicht nur die Gameten auch morphologisch so sehr different, dass ihre Unterscheidung in spermoide

und ovoide klar vor Augen liegt, sondern zuweilen auch die Kolonien, welche diese Gameten erzeugen, schon in männliche und weibliche differenzirt, indem die ersteren nur spermoide, die letzteren dagegen nur ovoide hervorbringen. Letzterer Fall, d. h. ein Diöcie der Geschlechtskolonien findet sich jedoch sicher nur bei Eudorina, und auch hier ist es fraglich, ob immer. Die sogen. Diöcie des Volvox minor dagegen hat durch Kirchner neuerdings eine andere Erklärung gefunden, und damit ist es auch zweifelhaft geworden, ob diejenige des sogen. Volvox Carteri St. nicht gleichfalls nur scheinbar ist. Wie zu erwarten, steht jedoch die allgemeine Ausbildung der geschlechtlichen Fortpflanzung bei der einfachen Eudorina auch auf primitiverer Stufe, indem die Entwicklung spermoider und ovoider Gameten hier nicht auf besondere Individuen der Kolonie beschränkt, sondern sämmtliche Individuen hierzu gleichmässig befähigt sind. Die genauesten Mittheilungen über Eudorina verdanken wir Goroshankin (1876), nachdem schon im Jahre 1856 Cohn auf das Vorkommen von Spermatozoën bei dieser Gattung aufmerksam gemacht hatte und Carter (1858) ihre geschlechtlichen Vorgänge zuerst genauer geschildert hatte. Doch weichen die Angaben Carter's und Goroshankin's in einigen Hauptpunkten so wesentlich von einander ab, dass man fast zu der Ansicht gedrängt wird, es haben diesen beiden Forschern zwei verschiedene Arten vorgelegen. Wir wollen uns zunächst die Resultate Goroshankin's etwas genauer betrachten, da dieselben viel ausführlicher sind, wie die Carter's. Hiernach sind die geschlechtlichen Kolonien der Eudorina streng in weibliche und männliche gesondert. Die ersteren gleichen den gewöhnlichen Kolonien durchaus, nur sind ihre Individuen (die ovoiden) etwas grösser. Die männlichen Kolonien (d. h. diejenigen, welche die spermoiden Gameten erzeugen) sind ganz wie die gewöhnlichen beschaffen. Sie unterscheiden sich jedoch durch ihre weitere Entwicklung. Jedes ihrer Individuen theilt sich wie bei der gewöhnlichen Vermehrung zu einer 16- bis 32- (nach Carter auch 64-) zelligen Platte. Diese wächst jedoch nur langsam und ihre Zellen verfärben sich allmählich gelb. Dann runden sie sich ab und scheiden eine äussere schleimige gemeinsame Hülle um die Platte ab. Nie jedoch zeigt sich eine Neigung der Platte zu kugliger Einkrümmung. Allmählich strecken sich ihre Zellen senkrecht zur Plattenaxe mehr spindelförmig, und entwickeln je zwei Geisseln an ihrem zugespitzten einen Ende, welche Enden wie bei Gonium sämmtlich gleichgerichtet sind, und ursprünglich nach dem Geisselende der Mutterzelle schauen. Jetzt geräth dieser Complex spermoider Individuen in Bewegung und zerreisst schliesslich die Mutterzellhaut, sowie die Kolonialhülle und wird frei.

Mittlerweile ist mit den weiblichen Kolonien auch eine Veränderung vorgegangen; ihre Kolonialhülle verschleimte und damit gelangte die Kolonie zur Ruhe, wenngleich die Geisseln der Individuen noch erhalten sind und sich bewegen. Trifft nun ein freischwimmender Complex spermoider kleiner Gameten auf eine derartig vorbereitete weibliche Ko-

lonie, so bleibt er an derselben haften und löst sich bald in einzelne Individuen auf. Dieselben sind längliche, anfangs sichelförmig gekrümmte Gebilde, welche einen Augenfleck, zwei sehr kleine contractile Vacuolen und am Vorderende zwei Geisseln besitzen. Bald strecken sie sich ziemlich gerade. Man beobachtet nun, wie diese Spermatozoën in den Schleim der weiblichen Kolonie eindringen und zu den ovoiden Individuen treten. Einmal konnte Goroshankin auch den Copulationsact selbst wahrnehmen, wobei sich zeigte, dass sich auch hier zunächst das Vorderende des Spermatozoon mit dem Vorderende der Eizelle vereinigt. Doch schied letztere schon eine Cystenhaut aus, ehe noch die völlige Verschmelzung eingetreten war. Es scheint sehr unwahrscheinlich, dass Goroshankin Recht hat, wenn er hieraus schliesst, dass die Verschmelzung von Eizelle und Spermatozoid bei Eudorina eine unvollständige sei. Die Zygotenhaut wird bald doppelschichtig und ihr Inhalt allmählich ziegelroth. Die Weiterentwicklung der Zygote wurde bis jetzt leider noch nicht verfolgt.

Von dieser Schilderung weicht die ältere Carter's dadurch fundamental ab, dass er gewöhnlich eine Monöcie der Geschlechtskolonien beobachtete. Nur vier an einem Pol der ovalen Kolonie gelegene Individuen entwickelten sich zu den Spermatozoëncomplexen, die übrigen 28 Zellen dagegen waren ovoide und wurden durch die Spermatozoën befruchtet, indem dieselben austretend in der wohl etwas verschleimten Kolonialhülle zu den Eizellen hinwandern. Obgleich nun Carter durch verschiedene Gründe, die nicht direct beobachtete Copulation dieser Eizellen mit den Spermatozoën wahrscheinlich macht, halte ich es doch noch für etwas unsicher, ob sich erstere wirklich als solche verhielten. Namentlich folgt aus seinen Angaben nicht, dass die befruchteten Eizellen in umhüllte Zygoten übergingen. Gelegentlich sah Carter jedoch auch Kolonien, deren Individuen sämmtlich in Spermatozoënbildung eingingen und zwar je nur 16 bis 32 derselben bildeten.

Einstweilen scheint es, wie bemerkt, etwas fraglich, ob die Differenz zwischen Goroshankin und Carter auf die Beobachtung verschiedener Arten oder auf Variationen derselben Species beruht.

Die höhere Entwicklungsstufe der geschlechtlichen Fortpflanzung von Volvox steht wiederum im Connex mit der höheren Entwicklung der Kolonien dieser Gattung zu mehrzelligen Individuen. Auch die Entwickelung der Gameten (Geschlechtsproducte) ist hier beschränkt auf gewisse, sich schon sehr frühzeitig durch besondere Grösse auszeichnende Zellen, welche morphologisch in jeder Hinsicht den Parthenogonidien entsprechen. Auch bei Volvox gibt es besondere Geschlechtskolonien (oder besser Individuen nach unserer Auffassung), welche zu gewissen Zeiten wie gewöhnliche aus Parthenogonidien entstehen. Bis vor kurzem war die Ansicht allgemein adoptirt, dass die Geschlechtsindividuen des Volvox je nach den Arten monöcisch oder diöcisch seien. Nach Cohn und Stein galt Volvox Globator für monöcisch, Volvox minor und ebenso nach Carter Volvox Carteri für diöcisch.

Wenn sich nun die neuerdings von Kirchner bei V. minor gefundenen Erscheinungen bestätigen, so ergibt sich, dass letztere Form nicht diöcisch, sondern eigentlich monöcisch ist, jedoch mit der Modification, welche bei hermaphroditischen Metazoën sehr gewöhnlich ist, dass sich die Geschlechtsproducte nicht gleichzeitig entwickeln. V. minor bildet nach Kirchner's Beobachtungen zuerst die Eier aus und später, nachdem diese befruchtet wurden, entwickelt er Spermatozoën. Demnach zeigt sich bei dieser Art Kreuzung der Geschlechtsindividuen, wie wenn sie diöcisch wäre. Auch die Diöcie des V. Carteri wird dadurch etwas zweifelhaft. Doch kann hier nicht unbemerkt bleiben, dass Kirchner auch gelegentlich rein männliche Individuen des V. minor sah. Dass solche nun thatsächlich vorkommen, scheint auch, nach den Mittheilungen Carter's für den Volvox Carteri und denen Stein's für V. minor, unzweifelhaft, denn beide geben an, dass sie die männlichen Individuen schon deutlich in den sie erzeugenden Müttern beobachtet haben, in welchem Fall also wohl von einer vorherigen Eiproduction derselben keine Rede sein konnte. Daraus müssen wir demnach schliessen, dass die Geschlechtsverhältnisse des V. minor wohl noch etwas complicirter sind, wie Kirchner sich dachte.

Characteristisch für Volvox ist nun, dass die Geschlechtsindividuen sich schon von vornherein durch ihren Bau wesentlich von den ungeschlechtlichen unterscheiden. Sie besitzen nämlich eine sehr viel grössere Zahl von Geschlechtszellen, als sich Parthenogonidien bei den ungeschlechtlichen Individuen finden. Bei Volvox Globator steigt die Zahl der Geschlechtszellen auf etwa 50, bei dem Volvox Carteri dagegen finden sich in den weiblichen Kolonien etwa 30 bis 50, in den männlichen dagegen über 100. Nur die weiblichen Zellen des Volvox minor sind an Zahl gering, nie mehr wie acht, gewöhnlich nur drei bis sechs, wogegen die männlichen Individuen, resp. die männlich gewordenen dieser Art ebenfalls bis über 100 Geschlechtszellen aufweisen. (Kirchner macht leider keine Mittheilung über die Zahl der sich bei seinen Formen nachträglich entwickelnden männlichen Geschlechtszellen).

Die weiblichen Geschlechtszellen oder Eier, wie wir sie direct bezeichnen dürfen, schliessen sich in ihrer Bauweise den sogen. Parthenogonidien innig an. Auch sie übertreffen schon früh die gewöhnlichen Zellen an Grösse und hängen daher auch, sobald sie etwas herangewachsen sind, beutelförmig in die Centralhöhle hinein (T. 44; 10a, ov). Gewöhnlich erreichen sie einen beträchtlicheren Durchmesser, wie die noch ungetheilten Parthenogonidien. Wie letztere, besitzen auch sie keine Geisseln. Bei Volvox Globator ist ihr Plasma anfänglich etwas vacuolär, doch verliert sich dies später und allgemein scheinen sie sich durch ihre sehr intensiv dunkelgrüne Färbung besonders auszuzeichnen.

Die Entwicklung der männlichen Geschlechtszellen (Androgonidien Cohn's, Antheridien der Botaniker) zu Spermatozoën beginnt häufig schon sehr frühzeitig, so nach Stein bei den rein männlichen Individuen

des Volvox minor sogar schon vor der Geburt dieser Männchen. Der Theilungsprocess der männlichen Zelle ist bis zum 16zelligen Zustand ganz derselbe wie bei der gewöhnlichen Vermehrung der Eudorina, was zuerst Goroshankin für Volvox Globator betonte und auch Kirchner für den Volvox minor abbildete. Letztere Form soll nach Kirchner gewöhnlich überhaupt nicht mehr wie 16 Spermatozoën aus einer Geschlechtszelle entwickeln. Viel grösser wird dagegen deren Zahl bei V. Carteri und Globator. Bei dem ersteren schätzt Carter die aus einer Mutterzelle entstehenden Spermatozoidien auf 128, Cohn für V. Globator auf 64—128, wogegen Goroshankin nur 32—64 angibt. Auch Stein zeichnet bei Volvox Globator sicher mehr wie 64. Jedenfalls geht aus diesen Angaben hervor, dass die Zahl der Spermatozoën einer Mutterzelle bei einer und derselben Art schwanken kann. Wie bei Eudorina sind die Spermatozoën zu einem plattenförmigen Bündel vereinigt (T. 44; 10a, sp.) und ihre Geisseln entstehen auch sämmtlich auf der einen Seite dieser Platte. Bei Volvox Globator zerfallen nun die Bündel schon in der Mutterzellhaut in die einzelnen Spermatozoën, wogegen sie bei V. minor nach den Erfahrungen Stein's als Ganzes durch Platzen der männlichen Kolonien sich befreien und umherschwimmen. Kirchner dagegen sah die Mutterzellblase mit dem eingeschlossenen Spermatozoënbündel sich von der männlichen Kolonie isoliren, und hierauf zerfiel erst das letztere im Innern der Blase in seine Bestandtheile. Schliesslich befreien sich die Spermatozoïdien aus der Blase und treten bei Volvox Globator in die Centralhöhle der monöcischen Kolonie ein, bei V. minor dagegen ins umgebende Wasser, um die Individuen mit befruchtungsfähigen Eiern aufzusuchen. Bei beiden Formen sieht man sie zu den Eiern hinzutreten und heftige Anstrengungen machen, um sich durch deren Zellhaut durchzubohren. Bei V. Globator sah sie Cohn auch unter die Eihaut dringen und sich der Eioberfläche dicht auflegen, doch gelang es bis jetzt bei Volvox noch nicht die wirkliche Verschmelzung der Eizelle mit einem Samenfaden sicher zu beobachten.

Der Bau der Spermatozoën ist wesentlich der schon bei Eudorina beschriebene (T. 45, 1a). Sie besitzen einen etwa spindelförmigen gelblichen Körper, da auch bei Volvox während der Entwicklung der männlichen Zelle die grüne Farbe einer gelben Platz macht. — Ihr Vordertheil ist zu einem ungefärbten schwanenhalsartigen Schnabel ausgezogen, an dessen Ende bei Volvox minor die beiden Geisseln stehen (Fig. 1a rechts), wogegen letztere bei V. Globator fast stets am Grunde dieses Schnabels entspringen (Fig. 1a, links). Ausserdem findet sich an der Basis des Schnabels ein kleiner Augenfleck; dagegen liessen sich contractile Vacuolen noch nicht beobachten. Diese ohne Zweifel nackten Spermatozoën sind äusserst contractil und namentlich zeichnet sich der Schnabel oder Hals durch besondere Beweglichkeit aus.

Bevor wir das Schicksal der befruchteten Eizellen besprechen, sind hier noch einige Worte über die morphologische Auffassung der Seprmatozoënbündel des Volvox zu bemerken. Es unterliegt jedenfalls keiner Frage, dass die männlichen und weiblichen Eizellen des Volvox

durchaus homologe Gebilde sind und daraus folgt, dass wir morphologisch die einzelnen Spermatozoën nicht mit der Eizelle homologisiren können. Andrerseits erscheint jedoch auch sehr plausibel, dass das Spermatozoënbündel, welches aus einer männlichen Geschlechtszelle entsteht, morphologisch einer Volvoxkolonie entspricht und daher, wenn wir namentlich auch die Erscheinungen bei Pandorina vergleichen, die Spermatozoïdien als spermoide Individuen einer folgenden Generation aufgefasst werden dürfen. Aus diesen Vergleichungen ergibt sich denn auch naturgemäss weiter, dass wir bei Eudorina nicht mit Goroshankin die Spermatozoënkolonie als männliche der weiblichen Kolonie homologisiren dürfen, denn auch hier ist jedenfalls das Homologon der weiblichen Kolonie die männliche mit noch nicht zu Spermatozoïdien entwickelten Geschlechtszellen. Beim Vergleich mit Pandorina wird sich demnach ergeben, dass deren Geschlechtskolonien wohl nur den weiblichen und unentwickelten männlichen der Eudorinen, resp. des Volvox direct, zu homologisiren sind, dagegen bei den letzteren Gattungen erst eine zweite aus der männlichen hervorgehende Generation die copulationsfähigen spermoiden Gameten liefert.

Das weitere Verhalten der befruchteten Eizellen des Volvox entspricht dem der früher besprochenen Formen. Dieselben gehen in den umhüllten Dauerzustand über, indem sie zwei in einander geschachtelte Cystenhäute erzeugen, ein äusseres sogen. Exosporium und ein inneres Endosporium (T. 45, 1c). Beide zeigen nach Kirchner wenigstens bei V. minor keine Cellulosereaction. Die Bildungsgeschichte dieser doppelten Hülle ist nur wenig verfolgt. Nach Kirchner sollen die beiden Häute durch Spaltung einer ursprünglich einfachen Membran entstehen, doch ist dies wegen der besonderen Gestaltungsverhältnisse des Exosporium bei V. Globator wenig wahrscheinlich. Bei letzterem erhebt sich nämlich das Exospor zu zahlreichen hohlen stachelartigen Auswüchsen auf der gesammten Oberfläche der umhüllten Eizelle und zwar entstehen dieselben nach Cohn derart, dass sich ursprünglich das Plasma der Eizelle in entsprechende Auswüchse erhob, sich dann nach Abscheidung des Exospors condensirte und abrundete und hierauf erst das ihm dicht aufliegende kuglige und nach Cohn gallertige Endospor bildete. Bei V. minor dagegen ist das dickere Exospor glatt und rein kuglig und steht ziemlich weit von dem Endospor ab, das auch hier der Oberfläche der stark condensirten Eizelle dicht aufliegt. Volvox Carteri zeigt in der Bildung des Exospors etwa eine Mittelstufe zwischen den beiden anderen Formen, da dasselbe nur in sehr niedrige, wellige Fortsätze sich erhebt.

Weiterhin tritt in dem condensirten Plasma der befruchteten Eizelle eine ansehnliche Vermehrung der Stärke auf und bald, noch bevor die Eier durch Zerfall der Geschlechtsindividuen auf dem Boden der Gewässer abgesetzt werden, bildet sich die uns bekannte Verfärbung ins Rothe bis Braune aus.

Die Weiterentwicklung der ruhenden Eizellen erfolgt erst nach einer längeren Ruheperiode. Es scheint, dass dieselben gewöhnlich nach Zerfall*) der sie erzeugenden Volvoxindividuen den Winter über ruhen und erst im nächsten Frühjahr ihre Entwicklung (Keimung der Botaniker) beginnen; wenigstens wurde dies für den V. minor durch Kirchner und Henneguy

*) Bei diesem Zerfall sah Cohn zuweilen einzelne Volvoxzellen sich loslösen und isolirt weiterleben, doch blieb deren weiteres Schicksal unaufgeklärt.

festgestellt. Nur bei dieser Art ist denn auch der Entwicklungsprocess durch die genannten Forscher (namentlich Kirchner) ermittelt worden. Hierbei ergab sich, dass derselbe im Wesentlichen genau so verläuft wie die Entwicklung der Parthenogonidien zu jungen Volvoxindividuen, so dass wir also wohl berechtigt sind, diese Parthenogonidien auch als parthenogenetisch sich entwickelnde Eizellen zu betrachten und die gesammte Fortpflanzungsgeschichte des Volvox etwa mit der der Daphniden oder der Blattläuse zu vergleichen. Wir können daher auch bezüglich dieses Entwicklungsprocesses auf die früher gegebene Schilderung der Parthenogonidienentwicklung und die Abbildungen auf T. 45, Fig. 1e—g verweisen.

Bevor der Furchungsprocess beginnt, zeigt sich das erste Zeichen der Weiterentwicklung des Volvoxeies darin, dass das Endospor stark aufquillt und das Exospor zum Platzen bringt. Hierauf tritt die Eizelle in das Endospor gehüllt aus dem Exospor hervor (45, 1d) und beginnt die eigentliche Entwicklung. Schon nach der Zweitheilung soll sich nach Kirchner die innerste Schicht des Endosporiums zu der künftigen Kolonialhülle des jungen Volvox verdichten. Nach Entwicklung der Geisseln und nach eingetretener Vergrünung befreit sich schliesslich das junge Individuum (das etwa aus 500 Zellen besteht) durch Auflösung des Endospors. Schon zuvor haben sich jedoch die geissellosen zukünftigen Parthenogonidien differenzirt. Wahrscheinlich umhüllt eine sehr schwer sichtbare Gallertmasse den frei gewordenen jungen Volvox noch einige Zeit. Sein Auswachsen zum reifen ungeschlechtlichen Individuum geschieht jedenfalls genau so, wie bei der parthenogenetischen Fortpflanzung.

H. Bildung sogen. ruhender Dauerzustände ohne Mitwirkung der Copulation.

Unter gewissen Umständen gehen auch die Flagellaten in encystirte Dauerzustände über, welche sich von den früher bei der Vermehrung besprochenen Ruhezuständen dadurch unterscheiden, dass ihre Hüllen dicker und derber, nicht selten auch mehrfache sind und dass gewöhnlich zunächst keine Vermehrung des ruhenden Organismus eintritt. Wie aus dem eben Bemerkten hervorgeht, zeigen diese Dauerzustände vielfache Uebereinstimmung mit den ruhenden Zygoten und diese Aehnlichkeit ist bei manchen Formen ganz auffallend.

Wir dürfen daher wohl schliessen, dass sich in Folge der Copulation ähnliche Verhältnisse wie bei dem Uebergang in den Dauerzustand geltend machen; die grosse Aehnlichkeit der beiden Zustände macht es vorerst auch häufig schwierig, zu entscheiden, ob manche sogen. Dauerzustände nicht doch durch vorherige Copulationsprocesse bedingt wurden. Jedenfalls ist aber sicher, dass der Dauerzustand nicht selten auch ohne Copulation eintritt. Ursachen seines Entstehens sind im Allgemeinen nachtheilige äussere Einflüsse, welchen der Organismus durch den Dauerzustand widersteht, so Austrocknung, faulige Verderbniss des Wassers, oder um-

gekehrt bei Bewohnern von Infusionen auch Aufhören der Fäulniss und dadurch entstandener Nahrungsmangel und schliesslich spielt auch vielleicht die Jahreszeit bei gewissen Formen eine Rolle. So wird z. B. für Stephanosphaera angegeben, dass der Uebergang in den Dauerzustand namentlich im Herbst eintritt. Bei den Eugleninen scheint endlich auch eine andauernde Behinderung der freien Bewegung, wie sie z. B. bei fortgesetzter Cultur auf feuchtem Torf stattfindet, den Uebergang in den Dauerzustand zu veranlassen, wie neuerdings Klebs gezeigt hat.

Da die Entstehung und die Bauweise der Dauerzustände uns nicht viel Neues bietet, was sich schon aus dem oben Bemerkten ergibt, so berichten wir nur kurz über dieselben. Gewöhnlich bilden sie sich durch Abrundung des Organismus unter Verlust der Geisseln und Entwicklung einer Hüllmembran auf der Körperoberfläche. Dieselbe besitzt gewöhnlich eine ziemlich derbe Beschaffenheit und mässige Dicke und zeigt dann keine weiteren Structureigenthümlichkeiten. Wenn der Flagellatenkörper selbst schon eine Schalenhülle besitzt, dann bildet sich die Cyste gewöhnlich in dieser. Dies ist namentlich bei den Chlamydomonadinen sehr deutlich zu beobachten und schon frühzeitig von Cohn bei den häufigen Dauerzuständen des Haematococcus festgestellt worden (T. 43, 9c). Das Gleiche gilt ohne Zweifel auch für die übrigen Gattungen dieser Familie, welche Dauerzustände aufweisen; für Carteria zeichnet Carter (1858) den Dauerzustand in der Schalenhaut. Bei Chlamydomonas scheint mir der von Cienkowsky (1865) beschriebene Danerzustand etwas unsicher, da er möglicherweise eine Zygote war und dasselbe gilt auch von dem gleichfalls von Cienkowsky beschriebenen Dauerzustand des nahe verwandten Chlorangium. Dagegen wird sonder Zweifel der, seit Anton Schneider (1854) häufig beobachtete Dauerzustand der Polytoma in entsprechender Weise entstehen. Bald nach der Bildung des Dauerzustandes löst sich jedoch die Schalenhaut der Chlamydomonadinen auf, so dass man ihre Dauerzustände gewöhnlich nur in einfacher Cystenhaut antrifft. In entsprechender Weise bilden sich ohne Zweifel auch die Dauerzustände der Volvocinen, doch wurde das Nähere hier noch nicht verfolgt. Immerhin scheint hier der Ort zu der Bemerkung zu sein, dass, wie natürlich, sämmtliche Individuen der Volvocinenkolonien sich gleichzeitig encystiren. Dies zeigte Cohn (1876) für Gonium sociale, für Stephanosphaera Cohn und Wichura (1857) und für Eudorina Cohn (1855) und Henfrey (1856). Dagegen wurde bis jetzt bei Volvox nichts sicheres von einem Dauerzustande wahrgenommen und ich halte sein Vorkommen überhaupt für unwahrscheinlich.

Auch bei Synura soll nach Stein die Encystirung im Innern der früher beschriebenen Cuticularhülle geschehen, indem sich der Körper innerhalb derselben kuglig contrahirt und eine eigentliche Cystenhaut bildet (T. 43, 1 d).

Auch nach Bütschli's Beobachtungen zeigt der Dauerzustand der Synura eine doppelte Cystenhülle, eine sehr zarte äussere und eine derbe innere, doch scheint mir noch etwas unsicher, ob die erstere wirklich der Cuticularhülle der Synura entspricht. Jedenfalls erhält sich jedoch die äussere Hülle hier dauernd.

Wenn die Cystenhülle eine ansehnliche Dicke erreicht, wie dies namentlich bei Euglena viridis und anderen Arten dieser Gattung beobachtet wird, so zeigt sich eine meist deutliche, concentrische Schichtung derselben. Das Gleiche beobachtete Cienkowsky (1870) auch bei einer Cryptomonas (T. 45, 10 b), wogegen Stein und Strasburger bei dieser Gattung eine einfache ungeschichtete Cystenhaut sahen und ich das Gleiche bei Chilomonas fand (45, 9 c). Bei Strasburger's Form war dieselbe bräunlich gefärbt und zeigte Cellulosereaction. Dass solche Verschiedenheiten bei nahe verwandten Formen vorkommen, zeigen jedoch auch die Euglenen, so bildet nach Klebs die E. Ehrenbergii (= Amblyophis viridis Ehrbg.) eine dünne, aber feste Cystenhaut, in welcher sie zusammengefaltet liegt. Einige Formen sollen sogar in einen austrocknungsfähigen Dauerzustand ohne jegliche Hüllenbildung übergehen (so Eugl. Spirogyra, sowie die mit dicker Cuticula versehenen Phacusarten), während Eugl. viridis auch derart einen Dauerzustand zu bilden vermag, dass sie sich mit einer lockeren Schleimhülle umkleidet, in welche Sand und Lehmtheilchen verklebt werden.

Die Bildung mehrerer ineinander geschachtelter Cystenhüllen konnte Cienkowsky bei einigen kleinen Flagellaten (Bodo angustatus, Pseudospora Volvocis, sogen. Pseudospora parasitica (Oikomonas?) und Nitellarum (Cercomonas?) constatiren. Hierbei scheidet die Flagellate, wie bei dem gewöhnlichen Ruhezustand eine meist dünne Hülle (Zellhaut Cienkowsky's) aus, um sich hierauf unter Ausstossung der Nahrungsreste stark zu condensiren und eine Specialcystenhaut (Cystenhaut Cienk.) zu entwickeln. Bei Bodo angustatus (46, 6 n) zeigt die äussere Haut knopfartige Verdickungen auf ihrer Innenfläche. Doppelte Cystenhüllen bildet nach Büschli's Erfahrungen auch Dinobryon (T. 41, 9 b—c) und bei der Encystirung scheinen die Individuen dieser Gattung gewöhnlich ihre Gehäuse zu verlassen, da man die Dauerzustände theils äusserlich an der Mündung der leeren Gehäuse befestigt, theils frei im Wasser trifft. (Bütschli und Stein). Zuweilen scheint auch vor der Bildung der äusseren Haut eine Schleimhülle abgeschieden zu werden, welche den bei der sogen. Pseudospora Volvocis beobachteten Schleier bilden dürfte (42; 7 c, s).

Bei den grünen Chlamydomonadinen und Volvocinen tritt im Gefolge des Dauerzustandes eine Röthung auf, wie in der Zygote und auch bei Euglena scheint diese Verfärbung zuweilen einzutreten. Wenigstens gibt Carter es von seiner E. Tuba an. Klebs dagegen hat bei den von ihm studirten Euglenen nichts derartiges beobachtet.

Ausser einer Verdichtung, welche mit der Verringerung des Körpervolums im Zusammenhang steht, scheint bei den grünen Formen häufig eine reichere Entwicklung körniger Einschlüsse beim Uebergang in den Dauerzustand einzutreten. Schon Cohn hob dies (1850) für Haematococcus hervor und auch den Dauerzustand von Carteria schildert er (1876) als besonders stärkereich. Neuerdings zeigte Klebs, dass auch die Euglenen beim Uebergang in den Dauerzustand sehr reichlich Paramylon bilden,

indem sie theils neue Körner erzeugen, theils die alten verdicken. So werden z. B. im Dauerzustand der Euglena Spirogyra die ringförmig durchbrochenen grossen Paramylonkörper ausgefüllt und sehr vergrössert und Aehnliches geschieht bei anderen Formen.

Seltsam abweichend von dem gewöhnlichen Bildungsgang der Dauerzustände gestaltete sich derselbe bei zwei von Cienkowsky untersuchten Flagellaten, der Monas Guttula und der sogen. Chromulina nebulosa Cienk. Bei beiden bildet sich der Dauerzustand endogen, d. h. durch Umhüllung eines Theils des Körperplasmas. Sehr deutlich tritt dies bei der Monas Guttula hervor, wo sich eine runde Cyste im Hinterende des mit Geisseln versehenen Körpers ausbildet (T. 40, 12 d) und ein beträchtlicher Theil des Plasma samt der contractilen Vacuole ausgeschlossen bleibt. Durch Zerfall dieses nicht encystirten Körpertheils wird die Cyste schliesslich frei. Weniger deutlich endogen ist der Vorgang bei Chromulina, hier scheint sich vielmehr die Hauptmasse des Körpers mit Ausnahme seines vordersten Theils mit der Cystenhaut zu umhüllen. Auch hier enthält jedoch dieser schliesslich zerfallende vordere Körpertheil die contractilen Vacuolen. Die Dauerzustände beider Formen besitzen eine kuglige Bildung, mit ziemlich dicker, einfacher Cystenhülle, welche einen kurzen halsartigen Fortsatz zeigt (40, 12 e). Bei Chromulina ist die Oberfläche der Cystenhülle noch durch einige meridionale, schwach erhabene Reifen, die gewöhnlich den Hals schneiden, verziert.

Für die Dauerzustände der Chlamydomonadinen und Volvocinen wurde häufig constatirt, dass sie wachsthumsfähig sind, namentlich betont dies Cienkowsky für die zwar etwas zweifelhaften Dauerzustände von Chlamydomonas, Cohn, Braun und Perty (1851) für Haematococcus, Cohn und Wichura für Stephanosphaera.

Unter geeigneten Bedingungen geht der Dauerzustand wieder in den freibeweglichen über und zwar entweder, indem der eingeschlossene Flagellatenkörper einfach austritt oder zunächst einen Theilungsprocess eingeht und sich erst die gebildeten Sprösslinge früher oder später befreien. Der Uebergang in den beweglichen Zustand tritt namentlich dann ein, wenn die Dauerzustände nach einiger Austrocknung von neuem in Wasser gebracht, resp. aus verdorbenem Wasser in frisches versetzt werden. Für die Infusionsbewohner wirkt auch wohl die Erneuerung der verbrauchten Infusion in gleicher Richtung. Der bewegliche Zustand stellt sich dann z. Th. sehr schnell und sicher wieder her, wovon sich Klebs bei den Euglenen neuerdings überzeugt hat.

Unter entsprechenden Bedingungen tritt bei denjenigen Formen, wo zunächst eine Sprösslingsbildung in der Dauercyste geschieht, diese Vermehrung ein. Speciell bei Haematococcus bildet dieser Vorgang eine sehr häufige und seit langer Zeit bekannte Erscheinung. Auch Stephanosphaera zeigt eine ähnliche Sprösslingsbildung. Bei Haematococcus theilt sich der Cysteninhalt (durch fortgesetzte Zweitheilung) in eine sehr ver-

schiedene Anzahl Sprösslinge; Cohn sah gewöhnlich sechs, A. Braun zwei bis vier, Stein vier bis acht, Strasburger (1878) zwei, vier, neun, 16 und 32 Sprösslinge. Dass durch langfortgesetzte Theilung in der Dauercyste thatsächlich eine derartige Mikrogonidienbildung zuweilen stattfindet, zeigten auch schon die älteren Beobachtungen Cohn's (1850), der sogar circa 64 kleine Sprösslinge in einer Cyste beobachtete. Zum Theil beruhen diese sehr verschiedenen Sprösslingszahlen auch wohl nur darauf, dass der Austritt aus der Cyste recht verschieden früh eintreten kann. Derselbe vollzieht sich nun gewöhnlich in der Weise, dass sich die Cyste an einer Stelle öffnet und die Sprösslinge in eine sich hervorstülpende zarte Haut eingeschlossen, hervordringen. (Stein und Strasburger [43, 9e—f]). Mit Strasburger dürfen wir diese Haut wohl für eine innerste aufquellende und ausgedehnte Schicht der Cystenhülle erklären, wogegen sie Stein für eine besondere Membran hält, welche der encystirte Haematococcus ausschied. Endlich durchbrechen die Sprösslinge noch diese Hülle, entwickeln Geisseln und werden beweglich. Die meisten Beobachter (Cohn, Perty und Strasburger) erklären die ausgetretenen Sprösslinge für nackt und lassen dieselben erst während ihres beweglichen Zustandes die bekannte Schalenhülle entwickeln. Dagegen sah Stein die Sprösslinge gewöhnlich schon innerhalb der Dauercyste eine dicht aufliegende Schalenhülle ausbilden. Wahrscheinlich finden sich also in dieser Beziehung Verschiedenheiten. Auch die Geisseln der Sprösslinge sah Stein zuweilen schon in der Dauercyste auftreten.

Manchmal scheinen jedoch nach den Beobachtungen Cohn's und Braun's die ausgetretenen Sprösslinge keine Geisseln auszubilden, sondern direct wieder in Dauerzustände überzugehen, welche weiterwachsen und sich in entsprechender Weise vermehren. Nach Braun tritt dieser Zustand ein, wenn die Dauerzustände nicht untergetaucht, sondern nur in feuchter Luft vegetiren (so z. B. am Rande des Wassers). In dieser Weise entstehen dann ganze Krusten oder Häute von Dauerzellen, welche den früher schon von anderen Chlamydomonadinen, Euglenen etc. geschilderten Pleurococcuszuständen an die Seite zu stellen sind. Durch dichte Zusammenlagrung platten sich die Dauerzellen solcher Häute gegenseitig polyedrisch ab.

Einfacher gestalten sich die Verhältnisse, soweit bekannt, bei Stephanosphaera. Ihre Dauerzustände theilen sich unter allmählicher Ergrünung zu vier (zuweilen wahrscheinlich auch acht) Sprösslingen, welche durch Auflösung der Cystenhülle frei werden und nach Entwicklung der Geisseln zunächst noch vereinigt umherschwimmen. Schliesslich trennen sie sich von einander und sind anfänglich nackt. Während ihres Umherschwimmens entwickeln sie eine sich allmählich weit abhebende Schalenhülle und erscheinen dann ganz wie eine Haematococcuszelle, da sie namentlich auch häufig wie diese Pseudopodien zur Schalenhülle aussenden. Schliesslich gehen diese Sprösslinge durch successive Zweitheilung, unter Erhaltung ihrer Geisseln in polytomaähnlicher Weise in junge achtzellige Kolonien

über, welche sich nach Entwicklung einer Kolonialhülle und der Geisseln unter Auflösung der Schalenhülle des Mutterorganismus befreien und auswachsen.

7. System der Flagellaten.*)

A. Historisches.

Da schon in der geschichtlichen Einleitung hinreichend betont wurde, dass Ehrenberg und seine Vorläufer noch nicht erkannt hatten, dass die Flagellaten eine zusammengehörige, natürliche Gruppe bildeten, so verweilen wir hierbei nicht länger und heben nur hervor, dass auch die fünf Familien, in welche Ehrenberg die Flagellaten einreihte, z. Th. noch wenig natürlich waren. Unter denselben sind etwa die Volvocina, Dinobryina und Astasiaea als natürliche Gruppen auch später festgehalten worden, wobei jedoch die letztere mehr der Gesammtheit unserer Unterordnung der Euglenoidina entspricht. Sehr unnatürlich waren dagegen die Ehrenberg'schen Familien der Monadina und Cryptomonadina und schon früher zeigten wir, dass Ehrenberg sogar gewisse Flagellaten den Ciliaten beigesellt hatte.

Wie bekannt, datirt die Zusammenfassung unserer Gruppe von Dujardin (1841) her, der in seiner III. Ordnung der Infusorien, d. h. den „infusoires pourvus d'un ou de plusieurs filaments flagelliformes servant d'organs locomoteurs — sans bouche", eine Abtheilung schuf, welche sich mit unseren Mastigophoren deckt, da er auch die Cilioflagellaten zu derselben zog. In der Unterscheidung natürlicher Untergruppen dagegen kam Dujardin nicht über Ehrenberg hinaus; seine 5 Familien sind im Wesentlichen die Ehrenberg's, wenn er auch die Astasiaea in Euglenina und die Cryptomonadina in Thecomonadina umtaufte. Ausserdem führte er einige Verschiebungen der Gattungen in den Familien aus und erkannte die Flagellatennatur der von Ehrenberg noch bei den Ciliaten gelassenen Gattungen.

C. von Siebold suchte dann 1848**) die Bezeichnung Astoma für die von Dujardin errichtete Abtheilung der Geisselinfusorien einzuführen, zu der er irriger Weise auch die Opalinen gesellte; doch hat sich dieser Name keine Anerkennung erworben, wohl wegen der Unsicherheit über die Ernährungsverhältnisse der hierhergehörigen Formen, die es verfrüht erscheinen liess, eine solche Bezeichnung zu wählen.

Auch Perty's System (1852) brachte keinen wesentlichen Fortschritt. Bei ihm fand die Hauptmenge der Flagellaten in der 1. Section: Filigera seiner Phytozoidia Aufnahme; gewisse Flagellatenformen, wie Chlamydomonas und Haematococcus stellte er dagegen zu der zweiten Phyto-

*) Irrthümlicher Weise wurde der Abschnitt über die Fortpflanzung unter G. rubricirt, wogegen derselbe als der 6. Abschnitt einzureihen ist.

**) Siebold und Stannius, Lehrbuch d. vergl. Anatomie. Bd. I.

zoidiensection, seinen Sporozoidia, die wesentlich auf die pflanzlichen Zoosporen gegründet war. Eine dritte Section der Phytozoidia bildeten schliesslich unter der Bezeichnung Lampozoidia die heutigen Schizomyceten. In der speciellen systematischen Eintheilung der Filigera kehren in der Hauptsache die Ehrenberg'schen Familien wieder, nur trennte Perty einen Theil der Cryptomonadinen unter der Dujardin'schen Bezeichnung Thecomonadina zu einer besonderen Familie ab, ohne jedoch deren natürliche Beziehungen richtig zu erkennen.

Im Jahre 1853 (79) schlug Cohn zuerst die Bezeichnung Flagellata für die Dujardin'schen Geisselinfusorien vor, die sich dann allmählich einbürgerte.

Einen recht mangelhaften Versuch systematischer Eintheilung der Flagellaten veröffentlichte 1866 Diesing. Er führte zuerst den Namen Mastigophora für die geisseltragenden Protozoën ein und zerlegte dieselben in zwei Untergruppen, die M. atrichosomata, unsere Flagellaten und die M. trichosomata, die Cilioflagellaten, zu welchen jedoch auch in ganz irriger Weise das Genus Mallomonas gezogen wurde. Diesing selbst hatte keine eignen Erfahrungen auf dem Felde der Flagellatenkunde und ebensowenig einen scharfen Blick für die Aehnlichkeiten und Differenzen der zahlreichen Formen, so dass sein Versuch kein besonders glücklicher werden konnte. Nur die ziemlich intact beibehaltene Familie der Volvocina Ehrbg erscheint in seinem System als eine natürliche Gruppe, alle übrigen Flagellaten zog er in eine ganz unförmliche Familie der Monadinea zusammen, eine Lösung der Schwierigkeit, welche gerade die Umgrenzung dieser Familie stets bereitet hatte, die lebhaft an die Entwirrung des gordischen Knotens erinnert.

Auch die weitere Unterabtheilung dieser grossen Monadinenfamilie war ganz künstlich; dieselbe wurde nämlich in zwei Gruppen getheilt, eine der Unbeschalten und eine zweite der Beschalten, welche Gruppen, abgesehen von der Künstlichkeit des Eintheilungsgrundes, auch noch desshalb sehr mangelhaft waren, weil unter den Beschalten eine ganze Menge Unbeschalter, unter den Unbeschalten sich dagegen auch in Wirklichkeit Beschalte fanden. Um diese Bemerkung mit einigen Beispielen zu erläutern: so finden wir Cryptomonas unter den Beschalten, die nächstverwandte Chilomonas dagegen unter den Unbeschalten; andererseits die mit Hülle versehene Polytoma unter den Unbeschalten, dagegen Carteria bei den Beschalten und schliesslich Chlamydomonas gar wieder in der zweiten Familie unter den Volvocinen. Ebenso sind z. B. Euglena und Phacus auf verschiedene Abtheilungen vertheilt.

Indem wir die weiteren Eintheilungsprincipien jener beiden Hauptgruppen: der Aloricata und Loricata als unwichtig übergehen, da dieselben ebenso künstlich sind wie die Bildung dieser beiden Gruppen selbst, heben wir nur noch hervor, dass Diesing schliesslich in jeder Gruppe eine Anzahl Abtheilungen auf Grund der Geisselzahl errichtet und damit dieses Eintheilungsprincip zuerst in das Flagellaten-

system einführte, ein Princip, welches später namentlich S. Kent in seinem System verwerthet hat. Nach dem vorstehend Bemerkten braucht kaum besonders betont zu werden, dass auch die auf die Zahl der Geisseln gegründeten Abtheilungen Diesing's im Allgemeinen wenig natürliche sind, da auch dieses Eintheilungsprincip bei rücksichtsloser Anwendung zu unnatürlichen Gruppirungen führt, wie wir später noch specieller zu besprechen haben werden.

Fromentel's System von 1874 (146) kann in keiner Weise als eine Förderung betrachtet werden, im Gegentheil bietet es sowohl hinsichtlich der Familien- wie der Gattungsbildung sehr Unvollkommnes dar. Nur drei grosse Familien, Euglenina, Monadina und Volvocina werden aufgestellt und die Gattungen häufig in sehr unrichtiger Weise auf dieselben vertheilt; so finden wir z. B. Phacus nicht bei den Euglenina, sondern bei den Monadina, dagegen Anthophysa, Dinobryon etc. bei den Volvocina. Auch in den einzelnen Gattungen sind nicht selten sehr heterogene Formen vereinigt, so unter Zygoselmis augenscheinlich ein Chilomonas und eine Eutreptia, während sich die eigentliche Zygoselmis unter Astasia findet und Aehnliches mehr. Ebenso ist auch nur ein Theil der neu aufgestellten Gattungen gut begründet, so ist z. B. die Gattung Diplomita nichts weiter wie ein Theilungszustand von Anisonema.

In vieler Hinsicht bezeichnete das Stein'sche Flagellatensystem vom Jahre 1878 einen wesentlichen Fortschritt. Die Zahl der Familien ist hier auf 14 erhöht, und von diesen sind nach unserer Auffassung 10 wohl begründet. Die vier übrigen, darunter die drei gattungsreichsten, sind dagegen wenig natürlich und daher von uns z. Theil ganz aufgelöst, z. Th. dagegen in andrer Weise umgrenzt worden. Die Geisselverhältnisse zog Stein bei der Eintheilung nur wenig zu Hülfe, wie dies namentlich seine Familie der Monadina zeigt, in welcher Formen von der verschiedenartigsten Geisselbewaffnung zusammengestellt sind. Grössere Untergruppen als Familien hat Stein in seinem System nicht unterschieden.

Schliesslich hätten wir noch einen Blick auf das jüngste Flagellatensystem von Kent zu werfen. Derselbe unterscheidet innerhalb seiner Flagellaten 7 Ordnungen, von denen wir die Cilio- und Choanoflagellata, sowie die sogen. Radioflagellata ausscheiden; die letzteren wurden in ganz irriger Weise auf die mit einer sogen. Sarkodegeissel ausgerüsteten Radiolarien gegründet, welche, wie wir früher sahen, keine nähere Verwandtschaft mit den Mastigophoren besitzen, ja die nicht einmal innerhalb der Radiolarien eine gemeinsame Gruppe bilden. Seine erste Ordnung der eigentlichen Flagellaten (in unserem Sinne), die der Trypanosomata gründet sich auf die einzige Gattung Trypanosoma, welche wir auf Grund unserer immer noch mangelhaften Kenntnisse wohl kaum zum Repräsentanten einer eigenen Ordnung erheben können. Die zweite Ordnung, die der Rhizoflagellata, ist von uns zu einer Familie der Ordn. Monadina degradirt worden. Die beiden letzten Ordnungen schliesslich umfassen die grosse Mehrzahl der Flagellaten und ihre Unterscheidung

basirt auf Verschiedenheiten in der Nahrungsaufnahme. In der Ordnung der Flagellata-Pantostomata sollen nämlich alle diejenigen Gattungen Platz finden, welche keine besondere Mundöffnung besitzen, sondern ihre Nahrung mit der gesammten Körperoberfläche aufnehmen, wogegen die mit Mund versehenen Formen die Ordnung der Flagellata-Eustomata bilden. Wir haben schon bei der Besprechung der Nahrungsaufnahme (p. 698) hervorgehoben, dass wir diese beiden Ordnungen für unnatürliche halten und diese Ansicht wohl auch schon hinreichend begründet.

Zur Unterscheidung der Familien zieht Kent, ähnlich wie zuerst Diesing, die Modalitäten der Geisselausrüstung schärfer heran, wird aber dadurch zuweilen auch zu Unnatürlichkeiten verleitet, wie wir denn im Speciellen vielfach von seiner Gruppirung der Gattungen abweichen müssen.

Einige allgemeine Bemerkungen über die Umgrenzung, welche Kent den Flagellaten gibt, sind hier noch anzuschliessen. Wie Diesing zieht er die Gattung Mallomonas zu den Cilioflagellata, dieselbe gehört jedoch zu den Flagellata. Die Volvocinen und Chlamydomonadinen schliesst er als nichtthierische Formen von den Flagellaten aus, nimmt aber dennoch zwei typische Chlamydomonadinen, nämlich die Gattungen Polytoma und Carteria, sowie zahlreiche nächstverwandte Formen unter seine Chrysomonadinae auf, die in jeder Beziehung gleich pflanzlich sind wie die Volvocina. Auch ihm gilt nämlich wie Stein die An- oder Abwesenheit der contractilen Vacuolen für sehr wesentlich zur Unterscheidung thierischer und pflanzlicher Formen, und nach seinen Untersuchungen glaubt er den Volvocinen die contractilen Vacuolen absprechen zu dürfen.

Unsere systematische Eintheilung der Flagellata gibt der folgende Abschnitt im Detail; hier möge zunächst noch der Umfang der gesammten Gruppe eine kurze Erörterung finden.

Wenn nur die einigermassen gesicherten Arten in Betracht gezogen werden, so erscheint die Zahl der jetzt bekannten Flagellatenformen im Allgemeinen nicht sehr ansehnlich. Ich berechne dieselbe auf ca. 185 bis 200 Arten, welche sich auf ca. 110 Gattungen vertheilen. Hieraus dürfte hervorgehen, dass die Sonderung in Gattungen etwas zu weit getrieben wurde, da im Durchschnitt noch nicht zwei Arten auf eine Gattung kommen. Eine Veringerung der Gattungszahl dürfte sich demnach in der Zukunft wohl empfehlen. Unter der angegebenen Zahl von Arten finden sich ca. 18 marine und etwa 20 parasitische. Es kann wohl als sicher angenommen werden, dass unsere derzeitige Bekanntschaft mit den Flagellaten eine sehr unzureichende ist und daher die Zukunft noch eine beträchtliche Vermehrung derselben erwarten lässt.

B. Verwandtschaftliche Beziehungen der Flagellaten zu den früher besprochenen Protozoënklassen und zu den einzelligen pflanzlichen Organismen.

Die zum Theil schon früher angedeuteten verwandtschaftlichen Beziehungen der Flagellaten, welche nach sehr verschiedenen Richtungen gehen, erfordern, dass wir diesem Gegenstand noch einige Worte widmen, einmal, um die Ausdehnung, die der Flagellatengruppe hier gegeben wurde, zu rechtfertigen, und ferner um die systematische Stellung der Gruppe als solche genauer zu präcisiren. Das Historische bezüglich des Streites über die Stellung zahlreicher Flagellaten bei den thierischen oder pflanzlichen Organismen wurde früher schon hinreichend erörtert und es ist schon genügend bekannt, dass namentlich die Familien der Chlamydomonadinen und Volvocinen von den Botanikern sehr allgemein unter die Algen aufgenommen und in die Ordnung der Protococcoideae eingereiht werden, in welcher beide Familien gewöhnlich zu einer einzigen verschmolzen erscheinen. Dass meist nur die beiden erwähnten Familien aufgeführt wurden, zahlreiche nächstverwandte Formen dagegen keine Aufnahme fanden, beruhte wohl nur auf der geringen Kenntniss derselben und bei einer Revision des Systemes würde wohl kein Botaniker Anstand nehmen, unsere gesammte Abtheilung der Phytomastigoda, und auch wohl die Familie der Cryptomonadina den Protococcoideae zuzurechnen.

In gleicher Weise wurde häufig versucht, die grünen Eugleninen den einzelligen Algen beizugesellen; in diesem Sinne sprachen sich z. B. schon Bergmann und Leuckart 1852*) aus und später betonte hauptsächlich Cienkowsky (118), auf seine Beobachtungen über die Fortpflanzung der Euglenen im ruhenden Zustand gestützt, ihre Algennatur. Diese Ansicht hat sich aber nie allgemeinere Verbreitung errungen, hauptsächlich wegen der besonderen Bewegungserscheinungen zahlreicher Eugleninen, wiewohl ich hierin gerade am wenigsten einen Grund für ihre Thierheit erblicken möchte. Speciell Cohn, der durch seine zahlreichen Arbeiten auf dem Grenzgebiet der beiden Reiche zu einem Urtheil in dieser Frage besonders berufen war, vertheidigte die animalische Natur der Euglenen und Verwandten, obgleich er mit Entschiedenheit für die Pflanzennatur der Chlamydomonadinen und Volvocinen eintrat. Auch der neueste gründliche Erforscher der Eugleninen, Klebs, gelangte im Wesentlichen zu demselben Resultat, indem er einmal die nicht geringen Differenzen der Organisation zwischen den beiden in Frage stehenden Gruppen besonders betonte und sich weiter namentlich darauf stützte, dass die Euglenen die nächsten Ver-

*) Anatom. physiol. Uebers. d. Thierreichs. Stuttgart 1852, p. 132.

wandten echt thierischer Flagellaten seien, d. h. solcher Formen, welche, mit Mund versehen, sich in thierischer Weise ernähren. Gerade diese grosse Verschiedenheit der Ernährung in der zweifellos natürlichen Gruppe der Euglenoidinen zeigt jedoch, dass wir berechtigt sind, auch Flagellaten von thierischer Ernährungsweise nicht aus der Reihe der Isomastigoden zu entfernen, wenn dieselben in ihrer Organisation die nöthige Uebereinstimmung mit denselben besitzen. So sehen wir denn auch in dieser Gruppe Formen, deren Verwandtschaft mit den Phytomastigoda jedenfalls keine geringe ist, sich thierisch ernähren, wenngleich so entwickelte Mundeinrichtungen, wie sie bei den Euglenoidinen gefunden werden, hier nicht vorkommen, oder doch nicht mehr als solche zu functioniren scheinen (Cryptomonadina). Hieraus dürfen wir aber folgern, dass die Phytomastigoda ebensowohl wie die Eugleninen zu der Flagellatengruppe in weiterem Sinne gerechnet werden müssen. Auch für die Botaniker kann kein Zweifel darüber bestehen, dass die Phytomastigoda die nächsten Verwandten der übrigen Flagellaten sind und sich mit diesen aus gemeinsamer Grundlage entwickelt haben, andererseits führen sie aber unzweifelhaft und direct zu denjenigen einzelligen Wesen über, welche auf die Bezeichnung pflanzliche ein bestimmtes Anrecht haben, nämlich zu den Palmellaceen und Protococcaceen, die nicht nur morphologisch, sondern auch vielfach in ihren Fortpflanzungserscheinungen, die innigsten Beziehungen zu den Phytomastigoda besitzen. Ein Character jedoch ist es, welcher diese beiden Abtheilungen im Grossen und Ganzen scheidet und mich bestimmt, die Phytomastigoden den übrigen Flagellaten inniger anzuschliessen. Bei den Phytomastigoden nämlich ist der Schwerpunct des Lebens in dem beweglichen Zustand concentrirt, in diesem wachsen sie und pflanzen sich gewöhnlich auch fort, wie die übrigen Flagellaten, wogegen in der Reihe der Palmellaceen etc. das eigentliche Leben sich umgekehrt mehr auf die ruhenden, vegetativen Epochen concentrirt. Im Verlaufe dieser geschieht hauptsächlich oder ausschliesslich die Assimilation sowie das Wachsthum und die beweglichen Zustände gehen verhältnissmässig rasch vorüber, d. h. sie sind zu einem blossen Mittel der Fortpflanzung und Ausbreitung herabgesunken (Zoosporen). Kaum brauchen wir zu betonen, dass auch diese Gegensätze keine scharfen sind, da sie ja nur auf einem mehr oder weniger beruhen, und beide Abtheilungen, wie bemerkt, in einander übergehen, was natürlich ein allmähliches Ineinanderfliessen der Gegensätze voraussetzt.

Wir müssen demnach voll anerkennen, dass die Zusammenziehung der Phytomastigoden mit den einzelligen Algen vom Standpunct der Botanik aus gerechtfertigt erscheint, denn sie sind sicher durch genetische Bande mit denselben verknüpft; dagegen gehören sie in einem höheren Sinne auch der Flagellatengruppe an und auf diese hat die Protozoënkunde volles Anrecht, da zahlreiche ihrer Vertreter physiologisch echte Thiere sind und sich andererseits die höhere Thierwelt sonder

Zweifel aus der Flagellatengruppe hervorgebildet hat. Gleicherweise kann jedoch auch die Botanik die Betrachtung der Gesammtgruppe nicht entbehren, da die Phytomastigoda, isolirt von den übrigen Flagellaten, nur ein sehr unvollständiges Bild der Gesammtentwicklung der Gruppe geben würden. Wenn daher eine Organismengruppe wegen ihrer Beziehung zu den zwei grossen Reihen die Bezeichnung Protisten verdiente, so wäre es wohl entschieden die der Flagellaten, und dies wird denn auch noch weiter dadurch belegt, dass die verwandtschaftlichen Beziehungen der Flagellaten wohl nicht nur auf die Protococcoidea und durch diese auch auf die mehrzelligen Algen und schliesslich höheren Pflanzen hinweisen, sondern auch wohl noch auf andere Gruppen einzelliger, den Pflanzen gewöhnlich zugerechneter Organismen. Zunächst meine ich hier die Bacillariaceen, welche namentlich in der Beschaffenheit ihrer Chromatophoren sehr lebhaft an zahlreiche Flagellaten erinnern, so dass ich bei der im Uebrigen sehr isolirten Stellung dieser Gruppe ihr directes Hervorgehen aus flagellatenartigen Wesen nicht für unwahrscheinlich halte.

Weitere Gruppen einzelliger, pflanzlicher Wesen, welche gleichfalls ihren Ursprung direct aus flagellatenartigen herleiten dürften, sind die schmarotzenden Chytridieen und die Myxomyceten. Für die ersteren ist diese Ansicht wohl ziemlich plausibel, denn sie bieten in ihrer Ableitung von farblosen einfacheren Flagellaten ebenso wenig Schwierigkeit wie die Protococcoidea von gefärbten. Etwas schwieriger gestaltet sich dies vielleicht für die Myxomyceten und zu diesem Zwecke wollen wir zunächst einen Blick auf die Beziehungen zwischen den Flagellaten und Sarkodinen werfen. Schon früher wurde hinreichend betont, dass die innigsten Beziehungen zwischen diesen beiden Abtheilungen existiren, d. h. die einfachsten Formen der Flagellaten, die Familie der Rhizomastigina, bildet wegen ihrer zwischen den beiden Abtheilungen schwankenden Organisation geradezu ein Verbindungsglied. Es spricht denn auch Vieles dafür, dass derartige Formen den Ausgangspunct beider Klassen bildeten. Als eine solche Ausgangsform dürfen wir uns etwa eine solche vorstellen, welche ähnlich wie Ciliophrys abwechselnd eine sarkodinenartige und eine flagellatenartige Beschaffenheit anzunehmen im Stande war. In der Reihe der Flagellaten, welche sich aus einer solchen Grundform entwickelte, trat nun der sarkodinenartige Zustand mehr und mehr zurück und der flagellatenartige wurde allmählich der bleibende, wiewohl sich noch vielfach das Vermögen erhalten hat, den sarkodinenartigen Zustand vorübergehend anzunehmen. Das Umgekehrte machte sich dagegen in der Entwicklung der Sarkodinenreihe geltend. Hier trat der Flagellatenzustand mehr und mehr zurück und der sarkodinenartige bildete allmählich die Dauerform, dagegen blieb auch hier die Fähigkeit den Flagellatenzustand anzunehmen, noch vielfach erhalten, beschränkte sich jedoch ähnlich wie bei den Protococcacea auf eine kurze Zeit in Zusammenhang mit der Fortpflanzung. So erklärt sich denn wohl am einfachsten die bei

den Sarkodinen so verbreitete Erscheinung der Schwärmerbildung*). Zugleich fällt durch diese Ableitungsweise der beiden Gruppen die Schwierigkeit weg, welche sich erhebt, wenn man in den Schwärmern der Sarkodinen etwa ähnlich den Vorgängen bei der Entwicklung der Metazoën phylogenetische Vorstufen erblicken will, denn wie ich zuerst gezeigt habe, kann das sogen. biogenetische Grundgesetz auf die Protozoën keine Anwendung finden**).

Es kann nun meiner Ansicht nach keiner Frage unterliegen, dass die sogen. Schleimpilze in inniger genetischer Verwandtschaft zu den einfacheren Sarkodinen (speciell Rhizopoden) stehen. Diese Anschauung hat sowohl in früherer wie in neuerer Zeit eine ganze Anzahl Anhänger gefunden, unter denen ich hier nur de Bary***), Claus†), S. Kent (182), Klein††) erwähnen will. Ist es doch für gewisse Formen bis jetzt zweifelhaft geblieben, ob sie besser den Sarkodinen oder den Schleimpilzen anzuschliessen sind. Ein besserer Beleg für die Beziehungen beider Abtheilungen dürfte wohl schwerlich beizubringen sein und die Ableitung der Myxomyceten von rhizomastiginen-artigen Wesen scheint mir sehr einleuchtend aus ihrem gesammten Lebens- und Ent-

*) Wie aus Obigem hervorgeht, acceptire ich, bezüglich der Frage nach der Stellung der Flagellaten unter den Protozoën, in vieler Hinsicht die zuerst von R. S. Bergh ausgesprochene Ansicht (Morphol. Jahrbuch, Bd. 7, „Ueber den Organismus der Cilioflagellaten"). Das Besondere meiner Meinung ist nur, dass ich die vermittelnden Rhizomastigina als Ausgangspunct der Flagellaten- und Sarkodinenreihe nehme.

**) Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. 1876, p. 287.

***) de Bary, die Mycetozoën, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. X. 1864.

†) Claus, Lehrbuch der Zoologie.

††) Klein, Vampyrella, ihre Entwicklung und systematische Stellung, Botan. Centralblatt, Bd. XI, 1882.

Durch das Studium verschiedener Vampyrellaformen gelangte Klein zu der Ansicht, dass diese von uns zu den Heliozoën gezogenen Formen eine nahe Verwandtschaft mit pflanzlichen Organismen, speciell den Myxomyceten und den Chytrydieen besässen und daher diesen zuzurechnen seien, wenngleich er auch ihre Beziehungen zu den Protozoën und vor Allem den Heliozoën nicht in Abrede stellt. Wir vermögen uns dieser Ansicht nicht unbedingt anzuschliessen, obgleich es ja keiner Frage unterliegt, dass alle diese Formen unter einander nahe verwandt sind. Der Anschluss der Vampyrella an die Heliozoën erscheint uns auch jetzt noch am natürlichsten, wogegen sich die Myxomyceten und die Chytrydieen natürlicher von einfachsten Flagellaten, speciell den Rhizomastiginen ableiten lassen. In dieser Hinsicht stimmt meine Auffassung mit der von Kent überein, welche wenigstens die Myxomyceten in dieser Weise abzuleiten sucht. Dass die Myxomyceten eine besondere eigenthümlich entwickelte Gruppe bilden, unterliegt keiner Frage, und mir ist es nicht unwahrscheinlich, dass sich eine Reihe ihrer Eigenthümlichkeiten durch Anpassung an das Leben in der Luft entwickelt haben. Ihre unbedingte Einreihung unter die pflanzlichen Organismen erscheint unter diesen Umständen überhaupt etwas zweifelhaft, da aus ihnen entschieden keine weitere Entwicklung zu höheren pflanzlichen Organismen stattgefunden Etwas anders verhalten sich in dieser Hinsicht die Chytrydieen, welche nach der Ansicht mancher Botaniker zu höher entwickelten Pilzen überleiten. Die grosse Schwierigkeit, welche die systematische Abgrenzung der Protozoën und Protophyten darbietet, liesse sich ja durch Adoption der Häckel'schen Protistengruppe leicht heben, wenn sich nur dann nicht die doppelte Schwierigkeit einstellte, diese Protisten von den Pflanzen und Thieren abzugrenzen.

wicklungsgang zu folgen, wenn man sich nur von den Vorurtheilen emancipirt, welche durch die lange Zurechnung dieser Formen zu den Pilzen hervorgerufen wurden.

So sehen wir denn, dass auch diese Abtheilung in einem genetischen Zusammenhang mit den Ausgangsformen der Sarkodinen- u. Flagellatenreihe steht.

Noch eine weitere Gruppe protozootischer Wesen, welche wir in diesem Buche schon besprochen haben, dürfte mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit gleichfalls von flagellatenartigen Vorläufern abstammen, die Sporozoën nämlich, d. h. speziell die Gregarinida. Seither zog man es vor, diese Gruppe mehr den Sarkodinen zu nähern und ihren Ausgangspunct etwa unter den einfacheren Rhizopoden zu suchen. Doch hatte diese Ansicht ihre grossen Schwierigkeiten, welche auch schon früher angedeutet wurden. Wie gesagt, scheint es mir naturgemässer, die Gregarinida von Flagellaten abzuleiten und zwar nicht von den einfachsten, sondern von höher entwickelten mit Cuticula versehenen Flagellaten, die in ihrer Anpassung an das parasitische und zunächst wohl allgemein intracellulär-parasitische Leben die Geisseln gänzlich und dauernd verloren haben, ähnlich wie wir solches auch wohl für zahlreiche Angehörige der Rhizopoden und für viele einzellige Algen annehmen müssen, die keine Schwärmerbildung mehr aufweisen. Eine solche Beziehung der Gregariniden zu den Flagellaten ergiebt sich nach meiner Ansicht aus der grossen morphologischen Uebereinstimmung zwischen gewissen Monocystideen und manchen Flagellaten. Manche langgestreckte Monocystideen verhalten sich geissellosen Astasien und Verwandten so ähnlich, namentlich auch hinsichtlich der ganz übereinstimmenden peristaltischen Bewegungen, dass bei oberflächlicher Betrachtung eine Verwechslung leicht möglich erscheint und Stein sich seiner Zeit für berechtigt hielt, den Proteus tenax O. F. Müller's (= Astasia tenax) für eine zufällig aus ihrem Wirthsthier ins umgebende Wasser gerathene Monocystis zu erklären. Dass die eventuell bei den Vorfahren der Gregariniden vorhanden gewesenen Einrichtungen zur Nahrungsaufnahme verloren gingen, scheint in Anbetracht ihres parasitischen Lebens sehr erklärlich. Etwas mehr Schwierigkeit dürfte der stetige Mangel einer contractilen Vacuole bei den Gregariniden bereiten, doch können wir hierauf wohl keinen zu hohen Werth legen, da diese Einrichtung auch vielen Sarkodinen fehlt, andern dagegen sehr entwickelt zukommt und gerade parasitische Flagellaten der contractilen Vacuole zuweilen zu entbehren scheinen. Sehr grosse Uebereinstimmung verrathen dagegen die Kernverhältnisse bei den Gregariniden und Flagellaten sowohl hinsichtlich der Bauweise des Kernes, wie der bei beiden Abtheilungen fast durchgängigen Einzahl dieses Organs. Schwierigkeiten dagegen bereiten zunächst noch die eigenthümlichen Fortpflanzungserscheinungen der Gregarinida, doch erheben sich diese in gleichem Maasse bei einer Vergleichung dieser Formen mit den Sarkodinen und lassen sich zunächst ebenso leicht oder schwer von denen der Flagellaten ableiten

In Erwägung dieser Gründe halte ich daher eine Ableitung der Gregarinida von flagellatenartigen Wesen dem Stande unserer heutigen Kenntnisse am entsprechendsten.

Noch blieb eine Richtung der verwandtschaftlichen Beziehungen der Flagellaten unerörtert, welche hier gleichfalls einiger Worte bedarf, nämlich die zu den sogen. Schizomyceten, welche von den älteren Forschern unbedenklich in näheren Zusammenhang mit den Flagellaten gebracht, ja in einzelnen Formen denselben sogar eingereiht wurden, in neuerer Zeit dagegen gewöhnlich den Pflanzen zugerechnet und in einen näheren Zusammenhang mit den Pilzen gebracht wurden. Nun dürfte es wohl keiner Frage unterliegen, dass dieselben mit denjenigen pflanzlichen Organismen, welche als die typischen Abtheilungen der im Ganzen ja überhaupt noch wenig natürlichen Gruppe der Pilze zu betrachten sind, keine näheren Verwandtschaftsverhältnisse besitzen, im Gegentheil sind die Botaniker geneigt, sie einer Algengruppe, den sogen. Schizosporeae näher anzuschliessen, d. h. etwa als die saprophytisch lebende Parallelgruppe dieser Spaltalgen zu betrachten und, wie ich glaube, mit Recht. Dennoch lässt eine Betrachtung der Organisation und Entwicklungsverhältnisse der einfacheren Schizomyceten kaum verkennen, dass auch zu den einfacheren Flagellaten Beziehungen existiren, die sich hauptsächlich daraus ergeben, dass zahlreiche dieser Spaltpilze in ihrem Entwicklungsgang Schwärmzustände besitzen, welche sich durch den Besitz einer bis zahlreicher Geisseln den Flagellaten nähern. Wir haben volles Recht, das Auftreten solcher Schwärmzustände bei den grünen Algen im Allgemeinen auf ihre Abstammung von flagellatenartigen Organismen zurückzuführen, und wir dürfen daher auch eine Ausdehnung derselben Anschauungsweise auf die Schizomyceten nicht als unnatürlich betrachten. Dazu gesellt sich noch, dass sich diese Schwärmzustände der Schizomyceten kaum als so rasch vorübergehende, mit der Fortpflanzung und Ausbreitung der Art in Beziehung stehende Lebensstadien darstellen, als welche sie sich z. B. bei den eigentlichen Algen präsentiren. Bei den Schizomyceten sind die Schwärmzustände vielmehr gewöhnlich als den nichtschwärmenden ziemlich gleichberechtigte Phasen in der Lebensgeschichte des Organismus aufzufassen, deren Eintritt im Allgemeinen von besonderen äusseren Bedingungen abhängig ist, also vergleichbar etwa mit der Abwechslung ruhender und beweglicher Phasen in dem Lebensgang der Chlamydomonadinen. Dieser Satz gilt zum mindesten wohl für die einfacheren Spaltpilze, weniger dagegen für manche entwickeltere, mit complicirteren und grösseren Vegetationsformen (Chladothrix, Beggiatoa etc.), wo die Schwärmerbildung wohl mehr denselben Character wie bei den Algen annimmt. Dass sich die Schwärmzustände während der Bewegung häufig theilen und auch zur Bildung von Dauersporen zu schreiten vermögen, sind Erscheinungen, die gleichfalls für ihre Beziehungen zu den Flagellaten sprechen. Weiterhin sind die Organisationsverhältnisse zahlreicher Schizomycetenschwärmer im Ganzen

so wenig abweichend von denjenigen einfacher Flagellaten, dass, eine der Kleinheit und saprophytischen Lebensweise entsprechende Vereinfachung derselben bei den Schizomyceten zugegeben, eine scharfe Scheidung zwischen beiden häufig schwer genug durchführbar sein wird. Der stetige Mangel eines Zellkerns bei den Schizomyceten wäre wohl im Allgemeinen als ein wichtiger Unterschied zu betrachten, doch empfiehlt es sich gewiss, das Urtheil gerade hierüber noch etwas zurückzuhalten und die Aufschlüsse der Zukunft über die Kernfrage in den Abtheilungen der Schizomyceten und Schizosporeen abzuwarten. Auf den stetigen Mangel contractiler Vacuolen bei den Schizomyceten dürfte aus denselben Gründen, welche oben schon bezüglich der Gregariniden angeführt wurden, kein besonderer Werth gelegt werden.

Dagegen möchte ich noch auf einige specielle Vergleichspuncte zwischen den beiden Gruppen hinweisen. Einmal ist es auffallend, dass sich auch unter den Flagellaten häufig eine Tendenz zu schraubiger Aufrollung bemerklich macht, die ja bei den Schizomyceten vielfach so characteristisch hervortritt. Nicht nur einfachere Flagellaten, wie z. B. Bodo angustatus, verrathen diese Neigung häufig recht deutlich, sondern auch höher ausgebildete Formen, so gewisse Euglenoidinen (Phacus, Astasiopsis). Bezüglich der Fortpflanzung ist kaum ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Abtheilungen zu constatiren; auch die Flagellaten zeigen ja nicht selten Quertheilung, die bei den Schizomyceten die Haupttheilungsform bildet und mit dieser wechselt doch auch hier nicht selten Längstheilung ab. Die sogen. Dauersporenbildung der Spaltpilze ist eine sehr eigenthümliche und steht einstweilen auch auf pflanzlichem Gebiet ziemlich unvermittelt da. Wenn jedoch diese endogene Sporenbildung überhaupt mit ähnlichen Erscheinungen verglichen werden soll, so dürften sich gerade die endogen entstehenden Dauerzustände gewisser Flagellaten (Monas, Chromulina) zunächst darbieten, ja mir scheint, dass sie recht wohl mit der Sporenbildung der Schizomyceten homologisirt werden können.

Auf Grund vorstehender Erwägungen möchte ich daher schliessen, dass die Schizomyceten in einem ähnlichen genetischen Verhältniss zu ungefärbten saprophytischen Flagellaten stehen, wie die Palmellaceen zu den Phytomastigoden. Wie bei den Palmellaceen und Protococcaceen die vegetative Phase des Daseins mehr und mehr die Oberhand gewinnt und damit verknüpft auch morphologisch der vegetative Ausbau sich allmählich complicirter gestaltet, so tritt Aehnliches wohl auch unter den Schizomyceten hervor, deren höhere Formen dies in der Entwicklung ansehnlicherer fädiger bis verzweigter Vegetationsformen zum Ausdruck bringen.

Ein Festhalten der Beziehungen der Schizomyceten zu den Flagellaten schliesst nun aber keineswegs aus, dass deren Zusammenhang mit den Schizosporeae unter den Algen ein recht inniger ist. Vielmehr scheint mir dies nur darauf hinzuweisen, dass auch diese Schizosporeae, obgleich

in ihrer Lebensgeschichte, soweit dies bis jetzt bekannt ist, der flagellatenartige Schwärmzustand fehlt, dennoch in ähnlichen Beziehungen zu den Flagellaten stehen wie die übrigen einzelligen Algen. Speciellere Vermuthungen über die Ableitung der beiden Gruppen der Schizosporeae und -mycetes von flagellatenartigen Vorläufern dürften zur Zeit noch wenig Aussicht auf Erfolg haben, da es zunächst kaum feststellbar sein wird, welche derselben als die genetisch ältere aufzufassen ist. In dieser Hinsicht ist die Lösung der Frage, welche Lebensweise wohl die ältesten Organismen besassen, nämlich eine saprophytische oder eine holophytische, von besonderer Wichtigkeit. Ich glaube zwar, dass die Wahrscheinlichkeit für das erstere spricht, da die holophytische Lebensweise einen höheren Organisationsgrad voraussetzt und demnach als die später entwickelte betrachtet werden muss, doch bleibt dies zunächst nur aprioristische Vermuthung.

C. Specielle Darstellung des Systems bis auf die Gattungen herab.

1. Unterordnung Monadina Bütschli.

Kleine, bis kleinste Formen von einfachem Bau; nackt und sehr häufig mehr oder weniger amöboid; jedoch z. Th. mit Gehäusen. Meist farblos, selten mit Chromatophoren. Mit 1 vorderen ansehnlichen Geissel oder daneben noch 1—2 kleinen Nebengeisseln. Besondere Mundstelle theils fehlend, theils an Geisselbasis vorhanden und nie in einen wohl entwickelten Schlund fortgesetzt.

1. Familie Rhizomastigina (= Ordn. Rhizoflagellata p. p. S. Kent 1880).

Einfache, mundlose Formen mit 1—2 Geisseln; entweder ständig eine theils mehr rhizopoden-, theils mehr heliozoënartige Pseudopodienentwicklung darbietend, oder leicht aus einem flagellatenartigen, pseudopodienlosen Zustand in einen sarkodinenartigen übergehend. Dabei bleiben die Geisseln entweder erhalten oder gehen ein. Nahrungsaufnahme mit Hülfe der Pseudopodien.

Mastigamoeba F. E. Schulze 1875 (149); Kent (182).

Synon. Amoeba Carter (117), Tatem (129); Astasia p. p. Fromentel (146) und Mereschkowsky (174); geisseltragender Rhizopode Bütschli (171); Cercomonas Stein p. p. (167); Rhizomonas Kent (182), Monas p. p. Kent (183).

T. 39, Fig. 9—10.

Gestalt im Allgemeinen oval (L. 0,02—0,1 Mm.), jedoch durch Entwicklung mehr oder weniger zahlreicher fingerförmiger bis verästelter Pseudopodien amöboid veränderlich. 1 meist ansehnliche Geissel. Differenzirung von Ecto- und Entoplasma z. Th. recht deutlich, z. Th. fehlend. Eine bis mehrere contractile Vacuolen. Aus dem kriechenden amöboiden Zustand zuweilen unter Einziehung des grösseren Theils der Pseudo-

podien in einen flagellatenartig schwimmenden übergehend. Selten (sog. Rhizomonas verrucosa S. K.) Abscheidung einer Gallerthülle.

Fortpflanzung?

Süsswasser. Europa und Ostindien. Artzahl ca. 5—6.

Ciliophrys Cienk. 1876 (159); Tatem (140); Bütschli (171).

Synon. Sterromonas p. p. Kent (182) u. Entwicklungszustand d. Actinophrys sol. ibid.

T. 39, Fig. 7.

Im sarkodinenartigen Zustand der Geisseln entbehrend und etwa von Gestalt einer Nuclearia oder Actinophrys. Mit 1—3 kleinen contractilen Vacuolen. Im Flagellatenzustand (Länge 0,025—0,03 Mm.) mit 1—2 Geisseln, welche am vorderen Pol des etwa ovalen Körpers stehen. Uebergang aus dem einen in den anderen Zustand häufig beobachtet. Vermehrung durch Theilung im heliozoënartigen Zustand constatirt, wobei die Sprösslinge Flagellatengestalt annehmen. Auch Vereinigung mehrerer Individuen im heliozoënartigen Zustand ähnlich wie bei Actinophrys.

Süsswasser. Europa. Artzahl 1.

Dimorpha Gruber (188) 1881.

Unterscheidet sich von Ciliophrys wesentlich nur durch steten Besitz zweier gleicher Geisseln, die auch im heliozoënartigen Zustand erhalten bleiben. (Durchmesser im Heliozoënzustand 0,015 Mm.)

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Die Möglichkeit der Zusammengehörigkeit mit Ciliophrys ist bis jetzt noch nicht als ausgeschlossen zu betrachten.

Actinomonas Kent (182) 1880.

T. 39, Fig. 8.

Bis jetzt nur im heliozënartigen Zustand (Durchm. 0,008—0,013 Mm.) beobachtet, der ähnlich dem von Ciliophrys und Dimorpha erscheint und 1 Geissel besitzt. Unterschieden von den zwei vorhergehenden Gattungen wesentlich durch Befestigung mittels eines verschieden langen Stiels, der pseudopodienartiger Natur zu sein scheint.

Marin. Europa. 2 Arten.

Anhang zu der Familie der Rhizomastigina.

Trypanosoma Gruby 1843 (45); Valentin (42), Gluge (43), Remak (Cannstatt's Jahresb. 1842, p. 10); Berg (Arch. skandin. Beitr. z. Naturgesch., Th. I. 1845); Creplin (ibid.); Siebold (Z. f. wiss. Zool. II.); Wedl (68); Leydig (73); Eberth (110); Rättig (150); Gaule (179); Kent (182); Certes (189).

Synon. Amoeba Mayer (44), Monas Lieberkuhn (Bewegungsersch. der Zellen). ? Globularia Wedl (68), Undulina R. Lankester (185), Paramecioides Grassi (193), Haematomonas Mitrophanow (202).

T. 39, Fig. 5—6.

Kleine bis mittelgrosse Formen (im gestreckten Zustand bis 0,08 Mm. Länge). Körpergestalt meist veränderlich, indem Streckung und Verkürzung abwechseln können. Gestalt daher theils lang faden-

förmig mit beiderseits zugespitzten Enden, theils kürzer, bis birn-, sack- oder blattförmig, ja zuweilen bei starker Contraction sogar kuglig. Langgestreckte Formen oder Zustände zeigen, wie es scheint, häufig auch mehrere schraubige, spirillenartige Zusammendrehungen des Körpers. Längs des Körpers, gewöhnlich in seiner gesammten Ausdehnung, zieht eine zarte undulirende Membran hinab, welche die meist raschen, gewissermassen flatternden Bewegungen bedingt. Bei ansehnlicher Entwicklung setzt sich das eine Ende dieser Membran bei einem Theil der Formen in eine feine Geissel fort, doch ist es zweifelhaft, ja unwahrscheinlich, dass sich eine solche Geissel bei allen Formen entwickelt. Sowohl Geissel wie Membran können völlig eingezogen werden und dann scheint ein amöboider Zustand einzutreten. Nucleus z. Th. nachgewiesen (Lankester), nach Certes soll er bei Tr. Balbianii sicher fehlen. Contractile Vacuole fehlt wohl sicher. Aufnahme fester Nahrung sehr unwahrscheinlich. Vermehrung durch Theilung (Certes).

Parasitisch. Blut von Fröschen (Rana, Hyla) und Fischen (Salmo, Cobitis, Carassius, Rochen); Schildkröten (Leydig und Künstler, Compt. rend. Oct. 83). Daher auch zuweilen im Darm wirbelloser Thiere, die sich von dem Blut der oben erwähnten ernähren (so Piscicola, Pontobdella, Ixodes testudinis). Als Darmschmarotzer im Magen von Ostrea edulis; in den Coeca und dem Ileum der Hühner, Feldhühner, Gänse und Enten, hauptsächlich in den Lieberkühn'schen Drüsen. Eine wahrscheinlich gleichfalls hiehergehörige Form fand Leydig gelegentlich in der Leibeshöhle eines Räderthieres (Lacinularia).

2. Familie Cercomonadina Kent emend.

Kleine bis sehr kleine Formen von ovaler bis langgestreckter Gestalt, die häufig durch amöboide Bewegungen etwas veränderlich ist; speciell das Hinterende ist durch amöboide Beweglichkeit nicht selten ausgezeichnet. Im Allgemeinen ist jedoch der Flagellatenzustand der herrschende. 1 ansehnliches, nach vorn gerichtetes Flagellum am vorderen Pol. Nahrungsaufnahme, soweit bekannt, wohl gewöhnlich mit Hülfe einer nahrungsaufnehmenden Vacuole an der Geisselbasis, vielleicht auch zuweilen in amöboider Weise. Fortpflanzung durch Zweitheilung im beweglichen Zustand und durch Sprösslingsbildung im encystirten Ruhezustand.

Cercomonas Dujardin 1841 (39) emend.; Stein (167) p. p.; Dallinger und Drysdale (143, I.); Kent (182).

Synon. Reptomonas S. Kent (182).

T. 39, Fig. 10—12.

Klein (Länge einschliesslich des Schwanzes bis 0,06 Mm.), farblos. Gestalt kuglig bis oval. Vorderende mit mächtiger Geissel; Hinterende in einen langen, geissel- bis pseudopodienartigen Schwanzfaden ausge-

zogen. Zuweilen auch Entwicklung spitziger Pseudopodien am Hinterende. Nucleus in vorderer Körperhälfte; 1 bis mehrere contractile Vacuolen vorn oder seitlich. Mundstelle an der Geisselbasis (Stein). Vermehrung durch Längstheilung; ? Quertheilung (Dall. u. Drysd.). Copulation und Sporulation (Dall. u. Drysd.). Süsswasser und Infusionen, wahrscheinlich auch parasitisch.

Europa. Artzahl ca. 3.

Parasitische, zu Cercomonas gerechnete Formen wurden schon seit langer Zeit eine ganze Anzahl beschrieben (s. hierüber hauptsächlich bei Davaine 152). Doch haben es die neueren Untersuchungen für viele dieser Fälle zweifelhaft gemacht, ob die gesehenen Flagellaten wirklich Cercomonadinen waren. Unter der speciell beim Menschen beschriebenen Cercomonas hominis oder intestinalis haben sich sicher häufig nicht zu dieser Gattung gehörige Formen (s. später bei Megastoma und Monocercomonas) befunden; dennoch halte ich es für wahrscheinlich, dass auch zuweilen echte Cercomonaden im Darm etc. der Menschen beobachtet wurden, wenigstens weisen die wohl genauen Beobachtungen von Eckekrantz (128), sowie die von Leuckart (Parasiten des Menschen, 2. Aufl.; Original 155) mitgetheilten Befunde Lambl's über Flagellaten aus der Umgebung einer Echinococcusblase der menschlichen Leber, einstweilen hierauf hin.

Wie eine Cercomonas erscheint auch der jüngst von Künstler*) wieder aufgefundene sogen. Bodo urinarius Hassal's aus dem menschlichen Urin gewisser Kranken. Derselbe besitzt jedoch zwei vordere Geisseln und daher ist es zur Zeit fraglich, ob er sich mehr an Cercomonas oder die Amphimonadinen anschliesst.

Herpetomonas Kent (182) 1880, Bütschli (171), Lewis (172).

Synon. Bodo Burnett (75); Leidy (1857); Leptomonas Kent (182); Cercomonas p. p. Stein (167); Monomita Grassi (193).

T. 40, Fig. 1.

Erwachsen langgestreckt, nahezu stabförmig (L. = 0,03—0,05 Mm.); mit mehr verschmälertem Hinter- und zugespitztem Vorderende. Letzteres mit einer Geissel; dicht hinter deren Basis eine contractile Vacuole. Nucleus unsicher (1—3 nucleusartige Körperchen nach Grassi). Im erwachsenen Zustand der Körper ziemlich starr, im jugendlichen dagegen weniger langgestreckt und sowohl schlängelnder, wie krümmender bis einrollender Bewegung fähig. Vermehrung durch Längstheilung (und gleichzeitig ? Quertheilung nach Grassi).

Parasitisch, Darm von Musca (Europa und Nordamerika), Trilobus (freilebender Nematode), Blut von Mus. decumanus und rufescens (Ostindien), Cricetus frumentarius. Artzahl ca. 2.

Oikomonas Kent (182) 1880.

Synon. Monas James-Clark p. p. (124), ? Cienkowsky p. p. (M. irregularis); Kent (182) p. p.; Spumella p. p. Bütschli (171); Cercomonas Stein p. p. (167); ? Pseudospora Cienkowsky p. p. (parasitica und Nitellarum).

T. 40, Fig. 1—5.

Klein bis sehr klein (L. bis etwa 0,015 Mm.); Gestalt im freischwimmenden Zustand etwa oval bis länglich, häufig mit etwas zuge-

*) Communicat. à la société d'anatomie et de physiologie de Bordeaux. 27. Novbr. 1883.

spitztem Hinterende. Mehr oder minder durch amöboide Bewegungen zeitweise gestaltveränderlich, hauptsächlich das Hinterende, mit dem sich ein Theil der hiehergehörigen Formen häufig vorübergehend festheftet, wobei es sich stielförmig auszieht. Neben der Geisselbasis häufig eine etwas vorspringende Lippe, in welcher die Nahrungsaufnahme mittels einer Vacuole geschieht. Eine bis mehrere contractile Vacuolen, gewöhnlich in der Mittelregion, daselbst auch ein bläschenförmiger Nucleus. Vermehrung durch Längstheilung, sowie durch Sprösslingsbildung im encystirten Ruhezustand.

Mehrere Arten. Süsswasser. Infusionen und wohl auch marin. Europa und Nordamerika.

Kent (182) stellt neben Oikomonas noch eine Gattung Monas, welche sich wesentlich nur dadurch von der ersteren unterscheidet, dass sich die zu ihr gezogenen Formen nicht vorübergehend anheften, sondern stets schwimmend gefunden werden. Da ich diese Eigenthümlichkeit vorerst nicht für hinreichend wichtig erachte, um darauf eine Trennung der beiden Gattungen zu basiren, bemerke ich noch, dass die meisten der zahlreichen von Kent unter Monas aufgeführten Arten auf ganz unzureichenden Aufstellungen älterer Beobachter basiren. Die einzige Form, welche etwas genauer bekannt ist und deren Eigenthümlichkeiten vielleicht auch die Errichtung einer besonderen Gattung rechtfertigen würde, ist die sog. „eiförmige Monade" Dallinger und Drysdale's (145, III.), welche Kent als Monas Dallingeri an die Spitze seiner Gattung stellt.

Ancyromonas Kent 1880 (182).
T. 40, Fig. 7.

Klein (L. = 0,006 Mm.), farblos; Gestalt etwa fragezeichenartig. Geissel nach rückwärts gewendet und geschlängelt. Zeitweise Festheftung mittels des Geisselendes. Nahrungsaufnahme ?. Nucleus in Körpermitte. Vermehrung durch schiefe Quertheilung (?), Encystirung und Sporulation. Marin; 1 Art. Europa.

3. Familie Codonoecina Kent.

Kleine farblose Monaden von oikomonasähnlichem Bau, welche ein festgeheftetes gallertiges oder häutiges Gehäuse abscheiden.

Codonoeca James-Clark (124) 1866, Kent (182).
T. 40, Fig. 9.

Gehäuse (L. bis 0,014 Mm.) oval bis pokalförmig, farblos und wahrscheinlich gallertig, mit ziemlich weiter Mündung, auf verschieden langem Stiel befestigt. Die Monade füllt das Gehäuse nur z. Th. aus. 1 hintere contractile Vacuole. Nucleus ?. Nahrungsaufnahme ?. Fortpflanzung ?. Süss- und Salzwasser. 2 Arten; Europa und N.-Amerika.

? Platytheca Stein 1878 (167).
T. 40, Fig. 8.

Gehäuse oval (L. ca. 0,018 Mm.), gelbbraun und häutig, ziemlich abgeplattet und mit einer Seite flach aufgewachsen. Die polare Mündung sehr klein. Thier mit geisselartigem aus der Mündung hervorschauendem, jedoch bis jetzt nur unbeweglich beobachtetem Anhang. Nucleus im

Hinterende; 1 bis mehrere contractile Vacuolen im Vorderende. Vermehrung durch Theilung im Gehäuse.

Süsswasser. 1 Art. Europa.

4. Familie Bikoecina Stein.

Gehäusebildende Monaden von eigenthümlichem Bau. Gestalt etwa oval, mit meist breiterem Hinter- und etwas verschmälertem Vorderende. Letzteres trägt eine ansehnliche Geissel*) und daneben einen etwas verschieden beschaffenen Peristomfortsatz, auf welchem, oder zwischen welchem und der Geisselbasis die Mundstelle liegt. Nahrungsaufnahme sicher. Hinterende mit einem zarten sehr contractilen fadenartigen Fortsatz im Grunde des Gehäuses befestigt. Letzteres vasen- bis fingerhutförmig und gewöhnlich auf einem zarten Stiel befestigt. Z. Th. Koloniebildung. Nucleus etwa in Körpermitte; 1 contract. Vacuole**) im Hinterende. Vermehrung durch Quertheilung in dem Gehäuse.

Bicosoeca James-Clark (124) 1867; Kent (138 u. 182); Bütschli (171); Stein (167).

T. 40, Fig. 10.

Unterscheidet sich von der folgenden Gattung hauptsächlich durch den gewöhnlichen Mangel der Koloniebildung und durch weniger entwickelten zungenförmigen Peristomfortsatz. Gehäusestiel von mässiger Länge.

Süss- und Salzwasser. Europa und N.-Amerika. Artzahl unsicher.

Kent beschreibt nicht weniger wie 5 Species, die mir jedoch grossentheils unsicher erscheinen.

? Hedraeophysa Kent (182) soll sich nur dadurch von Bicosoeca unterscheiden, dass das Gehäuse ohne Stiel direct aufgewachsen ist; mir scheint daher die Berechtigung zu generischer Sonderung unsicher.

1 marine Art. Europa.

Poteriodendron Stein (167) 1878.

Synon. ? Stylobryon J. Frommentel (146), Kent (182); Bicosoeca Bütschli (171) p. p.

Monaden mit einem breiteren, mehr rüsselartigen Peristomfortsatz; koloniebildend, indem sich die jungen Individuen auf dem Mündungsrand der Gehäuse der älteren ansiedeln. Stiele gewöhnlich lang.

Süsswasser. Artzahl 1. Europa.

Unsicher in ihrer Hierhergehörigkeit scheint mir die sogen. Stylobryon epistyloides von Kent (T. 41, Fig. 3), da hier mehrere Individuen auf dem Ende eines Stieles stehen sollen; ebenso auch die Stylobryon insignis From., deren Einzelindividuen auf den Enden eines verzweigten Stieles befestigt sind.

5. Familie Heteromonadina Bütschli.

Kleine, farblose Monaden, ausgezeichnet durch Besitz einer vorderen Hauptgeissel, welche von ein bis zwei dicht neben ihr stehenden kleinen,

---

*) Kent behauptet dagegen noch das Vorhandensein einer kleineren Nebengeissel.

**) Nach Kent 2—3.

wellig bewegten Nebengeisseln begleitet wird. Häufig koloniebildend und dann mit vom Hinterende ausgeschiedenem Stiel versehen. Vermehrung der Einzelmonaden durch Längstheilung.

a. Unterfamilie Monomonades Bütschli.

Charakterisirt durch Mangel der Koloniebildung und eines Peristomfortsatzes, sowie durch häufige Vermehrung der Nebengeisseln auf zwei.

Monas (Ehrbg.) emend. Stein 1878 (167).

Synon. Spumella Cienk. (134). Bütschli (171), Kent (182); ? Physomonas Kent (182); ? Paramonas Kent (182).

T. 40, Fig. 12—13; 41, Fig. 1—2.

Gestalt kuglig bis länglich oval (L. = 0,03 Mm.). Freischwimmend oder vorübergehend durch mässig langen zarten, pseudopodienartigen Faden des Hinterendes befestigt. Körper zuweilen etwas amöboid, kurze pseudopodienartige Fortsätze aussendend. Vorderende neben der Hauptgeissel mit 1—2 kleinen Nebengeisseln und häufig einer sogen. Mundleiste, sowie zuweilen einem Augenfleck. Kern in vorderer Körperhälfte; 1—2 contractile Vacuolen am einen Seitenrand. Nahrungsaufnahme durch Mundvacuole neben der Geisselbasis gewöhnlich.

Süsswasser (Salzwasser Kent ?). Sichere Arten 2. Europa.

?Sterromonas Kent (182) 1880.

Diese von Kent aufgestellte Gattung (L = 0,011—0,021 Mm.) scheint mir, obgleich er sie zu den mit Mund versehenen Formen zieht, kaum hinreichend von Monas unterschieden (in der Gattungsdiagnose heisst es „oral aperture indistinct"). Die hauptsächlichsten Differenzen wären einmal die ziemlich starre Körperbeschaffenheit und zweitens der Umstand, dass die grössere Geissel meist bewegungslos und gestreckt umhergetragen wird. Die kleine Geissel dagegen vibrirt gewöhnlich lebhaft. Nicht festgeheftet. 1 Art. Infusionen.

b. Unterfamilie Dendromonades Stein (Fam.)

Charakterisirt durch Koloniebildung, einen Peristomfortsatz und stets nur eine Nebengeissel.

Dendromonas Stein 1878 (167), Kent (182).

Synon. Epistylis Weisse (55), Schmarda p. p. (65); Anthophysa Kent (138); Cladonema Kent (182).

T. 41, Fig. 6—7.

Monaden von ähnlichem Bau wie Anthophysa, doch kürzer und gedrungener. Ansehnliche Kolonien bildend, indem die Einzelwesen auf den Enden eines dichotomisch verästelten, ziemlich dünnen und farblosen, aber festen Stielgerüstes befestigt sind, so dass sie sämmtlich auf ziemlich gleicher Höhe stehen und das gesammte Stielgerüst eine Dolde bildet. 1 contractile Vacuole nach Stein dicht hinter der Geisselbasis (nach Kent 2 im Hinterende).

Süsswasser. Artenzahl ca. 2. Europa.

Cephalothamnium Stein 1878 (167), Kent (182).

Synon. Anthophysa Kent 1877 (Proc. of Linnean soc.).

T. 41, Fig. 8.

Monaden ähnlich Anthophysa. Stielgerüst solid, steif, farblos, kurz und höchstens ein bis zweimal dichotomisch verästelt. Auf den Stielenden Gruppen von Monaden in sehr verschiedener Zahl. (Auch hier gibt Kent im Gegensatz zu Stein die Lage der contractilen Vacuole im Hinterende an.)

Süsswasser, auf Cyclops aufgewachsen. Arten 1—2. Europa.

Anthophysa Bory d. Vinc. 1824 (Dict. class. d'hist. nat.), Dujardin (27, 39), Perty (76), Cohn (86); Archer (120); James-Clark (124); Bütschli (171), Stein (167), Kent (182).

Synon. Volvox p. p. O. F. Müll. (12), Vorticella p. p. Schrank (14), Epistylis Ehrbg. p. p. (32), Uvella (uva, chamaemorus, glaucoma, ? atomus) Ehrbg. (32), Bodo (socialis) Ehrbg. (32), Sterreonema Kützing, Cercomonas (vorticellaris) Perty (76), Dimastix Dies. (121)

T. 41, Fig. 5.

Monaden klein (L. bis 0,03 Mm.), Gestalt gewöhnlich etwas länglich kegelförmig mit verbreitertem und mässig schief abgestutztem Vorderende, das sich einerseits in einen schnabelartig zugespitzten Peristomfortsatz auszieht. Am Grunde desselben entspringt die ansehnliche Hauptgeissel und dicht daneben, auf der dem Schnabel abgewendeten Seite, die kleine Nebengeissel. Neben dieser die Mundstelle. 1 contractile Vacuole in der vorderen Körperhälfte und in gleicher Höhe der Nucleus.

Einzelmonaden bis zu 50 und 60 in kugligen Gruppen auf den Enden eines dichotomisch verzweigten dicken Stielgerüstes zusammengestellt. Jugendliche Stieltheile farblos und weich, ältere gelbbraun und steif. Vermehrung der Monadengruppen durch Zweitheilung; häufig lösen sich die Gruppen von ihren Stielen und zerfallen in die einzelnen Individuen.

Süsswasser. Europa und N.-Amerika. 1 Art.

c. Unterfamilie Dinobryinae Ehrbg. (Fam.).

Monaden hauptsächlich durch Besitz zweier grünlicher bis bräunlicher Chromatophorenplatten ausgezeichnet. 1 Haupt- und 1 Nebengeissel. Häutige Gehäuse ähnlich den Bikoecinen, mit welchen sie auch die Befestigung im Gehäusegrund und die Contractions- und Rückziehungsfähigkeit theilen. Ernährung wahrscheinlich holophytisch.

Dinobryon Ehrbg. 1838 (32), Dujardin (39), Perty (76), Claparède u. Lachm. (154), Bütschli (171), Stein (167), Kent (182), Pelletan (204).

T. 41, Fig. 9 und T. 42, Fig. 1.

Gestalt der Gehäuse becher- bis vasenförmig (L. bis 0,1 Mm.); mit zugespitztem bis stielförmig ausgezogenem Hinterende. Freischwimmend. Koloniebildung ähnlich Poteriodendron, indem sich die jugendlichen Individuen in dem Mündungsrand der älteren Gehäuse, seltener dagegen auf deren Aussenrand ansiedeln. In solcher Weise entstehen freischwimmende, buschförmige Kolonien. Vorderende der Monaden ohne Peristomfortsatz,

mit Augenfleck; Nucleus central, 1—2 contractile Vacuolen in der vorderen Körperhälfte. Vermehrung durch Längstheilung im Gehäuse. Encystirung ausserhalb der Gehäuse.

Süsswasser. Europa und N.-Amerika Sichere Arten 2, daneben noch einige unsichere.

Epipyxis Ehrbg. (32) 1838, Stein (167), Kent (182).
T. 42, Fig. 2.

Unterscheidet sich von Dinobryon wesentlich nur durch den Mangel der Koloniebildung und die gewöhnliche Festheftung der Gehäuse (Länge ca. 0,045 Mm.). Auf der der Nebengeissel entgegengesetzten Seite gewöhnlich ein zugespitzter Peristomfortsatz. Vermehrung durch schiefe Quertheilung im Gehäuse.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

d. Unterfamilie Urogleninae Bütschli.

Monaden sehr ähnlich Dinobryon (L. = 0,01—0,015 Mm.); koloniebildend durch Vereinigung sehr zahlreicher Individuen in einer Gallertkugel, der sie dicht unter der gesammten Oberfläche radial eingelagert sind. Hinterende der Einzelmonaden zugespitzt bis abgerundet. (Vereinigung der Schwanzfäden im Centrum der Kolonie, wie Kent mit Ehrenberg annimmt, unwahrscheinlich.) Vermehrung der Einzelmonaden durch Theilung. Vermehrung der Kolonien durch Theilung nicht unwahrscheinlich. Nahrungsaufnahme nicht beobachtet, wahrscheinlich holophyt.

Uroglena Ehrbg. 1833 (Abh. d. Berl. Ak.) (32), Bütschli (171), Stein (167), Kent (182).
T. 42, Fig. 3.

Charaktere der Unterfamilie. Durchm. der Kolonien bis über 0,1 Mm. Süsswasser. Europa. 1 Art.

2. Unterordnung Euglenoidina.

Im Allgemeinen grössere und höher entwickelte eingeisselige Formen, von monaxonem oder ein wenig asymmetrischem Bau. Cuticula gewöhnlich vorhanden, daher amöboide Bewegung ausgeschlossen, dafür jedoch sehr häufig energisches Contractionsvermögen; doch gibt es auch zahlreiche starre Formen. Farblos oder gefärbt und dementsprechende Unterschiede in der Ernährungsweise. Um die Geisselbasis oder dicht hinter derselben fast stets eine feine oder weitere Mundöffnung, welche in einen wenig bis sehr ansehnlich entwickelten Schlund führt; contractile Vacuolen stets in der Nähe dieses Schlundes und häufig mit Reservoir. Selten tritt eine Vermehrung der Geisseln zu zwei ein, die entweder gleich gross oder in Länge verschieden sind; Formen von letzterer Ausbildung zeigen eine Annäherung an die Heteromastigoda, indem die eine der beiden Geisseln gewöhnlich nach hinten gerichtet getragen wird, doch erreicht diese hintere Geissel hier niemals eine so ansehnliche Länge wie die der

Heteromastigoden. Wenngleich die Abtheilung der Euglenoidina im Ganzen eine sehr natürliche ist, lässt sich doch, wie zu erwarten, keine scharfe Grenze zwischen ihr und den Monadina ziehen, da die einfacheren Formen der ersteren (speciell gewisse Coelomonadinen) allmählich in die letzteren übergehen. Ebenso ist, wie bemerkt, auch die Abgrenzung der Euglenoidina gegen die Heteromastigoda keine scharfe.

6. Familie Coelomonadina Bütschli.

Gefärbte Euglenoidina mit zahlreichen kleinen chlorophyllführenden oder 1—2 grösseren plattenartigen, grünen bis braunen Chromatophoren. Nackt oder mit wenig entwickelter Cuticularschicht, die wahrscheinlich stets ungestreift. Mehr oder weniger contractil, selten starr. Etwas hinter der Geisselbasis Reservoir der contractilen Vacuolen, das zuweilen deutlich durch schlundartigen Kanal mit Oeffnung (sog. Mund) an Geisselbasis in Verbindung getroffen wird. Eigentlicher Schlund jedoch meist nicht. Stigmen vorhanden oder fehlend. Nahrungsaufnahme selten erwiesen, meist wohl sicher holophytisch.

Coelomonas Stein 1878 (167).

Synon. Monas (grandis) Ehbg. p. p. (32), (excavata) Perty (76).

T. 48, Fig. 3.

Mittelgross (L. = 0,06 Mm.), sehr contractil; in gestrecktem Zustand oval bis länglich oval; Geissel mässig lang; auf sog. Bauchseite zieht hinter Geisselbasis eine peristomartige Längsfalte nach hinten. Reservoir ansehnlich, kuglig; contractile Vacuole dicht hinter Geisselbasis. Nucleus ziemlich central. Ectoplasma dicht von Chlorophyllkörnern erfüllt. Wahrscheinlich holophytisch.

Süsswasser. 1 Art.

Gonyostomum Diesing 1866 (121).

Synon. Monas (Semen) Ehrbg. (80), Merotricha Mereschkowsky (174), Raphidomonas Stein (167).

T. 48, Fig. 4.

Bau und Grösse sehr ähnlich Coelomonas, unterscheidet sich hauptsächlich durch die Anwesenheit zahlreicher Trichocysten im Ectoplasma. Wenig contractil. Reservoir deutlich, quer halbmondförmig.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

? Vacuolaria Cienkowsky 1870 (134).

Scheint sich in der allgemeinen Bauweise des Körpers (L. = 0,14 Mm.), speciell der Gegenwart zahlreicher kleiner Chlorophyllkörperchen und den Verhältnissen der contractilen Vacuolen, die zu 1—3 vorhanden sind, jedoch zuweilen verschwinden, worauf ein heller, dreieckiger Raum, augenscheinlich dem Behälter der Eugleninen entsprechend, erscheint, nahe an die Gattung Coelomonas anzuschliessen.

Der Besitz zweier gleich langer Geisseln des Vorderendes unterscheidet sie jedoch sehr wesentlich. Dennoch lässt sich die Möglichkeit ihrer Hiehergehörigkeit nicht abweisen, da auch die sicher zu den Eugleninen gehörige Eutreptia eine entsprechende Vermehrung der Geisseln aufweist.

Pleurococcusartige Ruhezustände. 1 Art. Süsswasser. Europa.

Microglena Ehbg. 1831 (19) und 32, Stein (167).

T. 48, Fig. 5.

Mittelgross (L. = 0,05 Mm.); langgestreckt und etwas gestaltsveränderlich. Geissel mässig lang; Mundöffnung und Reservoir vorhanden, in welches die zahlreichen darum gelagerten contractilen Vacuolen einmünden. Zwei seitliche, langgestreckte Chromatophoren und zwei Augenflecke an Geisselbasis. Nahrungsaufnahme?

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Chromulina Cienkowsky 1870 (134).

Synon. Monas (ochracea) Ehbg. p. p. (32), Chrysomonas Stein (167), Chromophyton Woronin (181), Wille (Sitz.ber. des Botan. Vereins der Prov. Brandenburg 1882, April).

T. 40, Fig. 6.

Klein bis sehr klein (0,037—0,012 Mm.); nackt, oval bis länglich gestreckt und bis ziemlich unregelmässig, ja wahrscheinlich zuweilen amöboid. Geissel ansehnlich. 1—2 seitliche, gelbbraune Chromatophorenplatten. An Geisselbasis gewöhnlich Augenfleck, nicht weit dahinter eine bis mehrere contractile Vacuolen. Nucleus etwa central. Aufnahme fester Nahrung bei einer Art sicher, bei anderen unwahrscheinlich. Vermehrung durch successive Zweitheilung in gallertumhüllten Ruhezuständen Dauerzustand.

Süsswasser. Europa. 2—3 Arten.

Wille (siehe oben unter Synon. und wahrscheinlich auch No. 197) sucht nachzuweisen, dass gewisse Chromulinaformen, so die von Woronin als Chromophyton Rosanoffii beschriebene, ferner die Chromul. ochracea Ehbg. sp. nur Entwicklungszustände der Gattungen Epipyxis und Chrysopyxis seien. Ich halte dies für sehr unwahrscheinlich.

Cryptoglena Ehbg. 1831 (19 und 32), Stein (167).

Klein (L. bis 0,03 Mm.), starr, oval, mit hinterer Zuspitzung, abgeplattet. Zwei grüne Chromatophorenplatten in den Seiten des Körpers, von welchen die eine vorn einen Augenfleck trägt. Nucleus im Hinterende. Reservoir, Mundöffnung und Schlund ähnlich wie bei den übrigen Formen. Wahrscheinlich holophyt. Fortpflanzung?

1 sichere Art. Süsswasser. Europa.

7. Familie Euglenina Stein 1878.

Körper einaxig, gewöhnlich mit einer Neigung zur Bilateralität, da die am vorderen Pol gelegene Mundöffnung meist ganz wenig verschoben und dadurch eine Bauchseite angedeutet ist. Langgestreckt und Hinterende meist scharf zugespitzt; Vorderende dagegen weniger. Spiralgestreifte Cuticula stets deutlich, von sehr verschiedener Stärke und Resistenz. Metabolie gut ausgebildet. Feine Mundöffnung führt in einen zarten, röhrenförmigen Schlund, aus dem die gewöhnlich einfache, selten doppelte Geissel entspringt. (Die Geisseln werden häufig abgeworfen.) Dicht hinter dem Ende des Schlundes findet sich das sogen. Reservoir, dem gewöhnlich mehrere contractile Vacuolen anliegen. Dem Reservoir

liegt das einfache, nur selten rückgebildete Stigma gewöhnlich dicht auf. Chromatophoren fast immer anwesend, gewöhnlich rein grün sowie meist in grosser Zahl und entsprechend klein. Ziemlich ansehnlicher Nucleus in Körpermitte. Vermehrung durch Längstheilung im ruhenden Zustand. Dauerzustände z. Th. beobachtet. Copulation fraglich.

a. Unbeschalte Formen.

Euglena Ehbg. 1830 (17—18), (32); Dujardin (39). Focke (58, 2), Perty (76), Schmarda (56, 85), Carter (100, 129), Fromentel (146), Stein (167), Kent (182), Klebs (206).

Synon. Cercaria p. p. O. F. Müller (12), Vibrio p. p. O. F. Müller (12), ? Enchelys p. p. O. F. Müller (12, dto. Schrank (14), Furcocerca Lam. (Anim. s. vert.), Enchelys und Closterium (acus) Nitzsch, Lacrimatoria Bory Enc. méth.; Amblyophis Ehbg. etc. (32), Phacus p. p. Dujardin (39), Crumenula Dujardin (39), ? Microcystis Kützing, Microglena Schmarda (85).

T. 47, Fig. 6—11.

Gestalt spindelförmig bis langgestreckt nadelförmig und dann mit zugespitztem Hinterende, oder auch langgestreckt cylindrisch bis bandförmig. Meist sehr metabolisch. Mittelgross bis gross (0,03—0,2 Mm.). Zuweilen tordirt. Spiralstreifung der Cuticula meist fein. Chromatophoren nur selten fehlend, meist zahlreich und klein, scheibenförmig, seltner in geringerer Zahl und dann gewöhnlich bandförmig; selten mit Pyrenoid; zuweilen verdeckt durch Haematochrom. Mund und Schlund fast stets sehr gut entwickelt und der Ursprung der Geissel gewöhnlich im Schlund. Fortpflanzung durch Längstheilung im geissellosen Ruhezustand, der umhüllt oder nicht umhüllt ist. Dauerzustände beobachtet.

Artenzahl gross (ca. 12 nach Klebs). Süsswasser und Brackwasser. Europa, Ostindien, Nordamerika, Nordafrika.

Colacium Ehbg. 1833 (20, 32) emend. Stein (167). Kent (182), Klebs (206).

T. 47, Fig. 16.

Mittelgross bis ziemlich gross (L. = 0,02—0,07 Mm.). Bau ganz entsprechend dem von Euglena, von welcher sich diese Gattung hauptsächlich dadurch unterscheidet, dass sich die freischwimmenden Individuen auf kleinen Wasserthieren (hauptsächlich Copepoden und Räderthieren) mit dem Vorderende festheften und, indem sie meist die Geissel abwerfen, einen Gallertstiel, sowie eine mässig dicke Gallerthülle ausscheiden. Indem sie sich hierauf durch fortgesetzte Längstheilung vermehren, bilden sie verzweigte Kolonien. Dauerzustände beobachtet.

Süsswasser. Ca. 3 Arten. Europa.

Eutreptia Perty 1852 (76), Kent (182), Klebs (206).

Synon. Zygoselmis p. p. Fromentel (145).

Allgemeiner Körperbau wie bei Euglena (L. bis 0,05 Mm.); sehr metabolisch. Hauptcharacter: der Besitz zweier gleichlanger Geisseln, die sich in derselben Weise wie bei Euglena zu inseriren scheinen.

1 Art. Süsswasser. Europa.

b. Beschalte Formen.

Ascoglena St. 1878 (167), Klebs (206).
T. 47, Fig. 19.

Klein; Bau im Wesentlichen wie der von Euglena. Hauptcharacter die Abscheidung eines aufgewachsenen braunen, becher- bis röhrenförmigen Gehäuses. Fortpflanzung durch Theilung in dem Gehäuse.
1 Art. Süsswasser. Europa.

Trachelomonas Ehbg. 1833 (20), (32), Fromentel (146), Stein (167), Kent (182), Klebs (206).

Synon. Lagenella p. p., Chaetoglena p. p., Chaetophlya Ehbg. (32), Lagenella Schmarda (65) und Chaetoglena derselbe (85), Cryptomonas Dujardin p. p. (39), Chonemonas und Trypemonas Perty (76), Cryptoglena Clap. und Lachm. (104).

T. 47, Fig. 11 und T. 48, Fig. 1—2.

Klein bis mittelgross (Gehäuselänge bis 0,06 Mm.). Bau im Wesentlichen ganz wie bei Euglena. Hauptcharacter: die Abscheidung einer unbefestigten, spröden, farblosen bis braunen Schale, deren Gestalt etwa zwischen der Kugel- und länglichen Eiform schwankt. Dieselbe besitzt eine kleine runde vordere Oeffnung zum Austritt der Geissel und ist häufig auf ihrer Oberfläche durch besondere Sculpturen oder Bestachelung verziert.

Fortpflanzung durch Theilung im Gehäuse, worauf der eine Sprössling dasselbe verlässt; auch durch Theilung im umhüllten Ruhezustand innerhalb des Gehäuses. Artenzahl gross (ca. 11); Süsswasser und marin (Parona in Bollet. scientifico 1882) Europa und Nordafrika.

17. Familie Chloropeltina Stein 1878.

Allgemeine Bauweise wie bei den Eugleninen, von denen sich diese Gruppe hauptsächlich durch die besondere Stärke und Resistenz der Cuticula und daher auch durch gänzlichen oder fast gänzlichen Mangel der Metabolie unterscheidet. Schwanzspitze stets deutlich. Häufig 1 bis mehrere sehr ansehnliche scheiben-, bis ringförmige Paramylonkörper vorhanden. Fortpflanzung durch Längstheilung, gewöhnlich im nicht umhüllten Ruhezustand.

Lepocinclis Perty 1849 (Mittheil. der Berner Naturf. Vers. und 76).

Synon. Euglena p. p. Ehbg. (32), Eichwald (52), Carter (106), Chloropeltis Stein (167), Phacus p. p. Klebs (206).

T. 47, Fig. 17.

Monaxon bis zweiseitig, da die Mundöffnung regulär am vorderen Körperpol ihre Lage hat und sich theils etwas röhrig vorspringend erhebt, theils sich in einen kurzen röhrenförmigen Schlund fortsetzt, der in der Körperaxe nach hinten zieht. Gestalt entweder regulär ellipsoidisch oder etwas parallel der Längsaxe abgeplattet. Durchaus starr und starke Cuticula theils längs- theils spiralgestreift, die Streifen zuweilen be-

stachelt. Paramylonkörper zuweilen sehr gross und schlingenförmig gestaltet.

2 Arten. Süsswasser. Europa und Ostindien.

Phacus Nitzsch 1816 (Beitr. zur Infusorienkunde), Dujardin (39), Stein (169), Klebs p. p. (206).

Synon. Cercaria p. p. O. F. Müller (12), Virgulina Bory de Vinc. Enc. méth., Euglena p. p. Ehbg. (32) und andere Autoren, ? Orcula Weisse (112. T. V), Lepocinclis p. p. Perty (76).

T. 47, Fig. 12—15.

Gestalt mehr oder minder deutlich asymmetrisch, abgeplattet, ellipsoidisch bis birnförmig mit mehr oder minder ansehnlicher hinterer Schwanzspitze, welche durch ihre manchmal schiefe Stellung die Asymmetrie zuweilen noch vermehrt (L. bis 0,09 Mm.). Mundöffnung bei den meisten Formen rückenständig und asymmetrisch, Schlund schief gerichtet. Cuticula längs oder spiralig gestreift, zuweilen auch der Gesammtkörper nochmals schraubig tordirt. Meist ein sehr ansehnlicher Paramylonkörper in der Körpermitte, dahinter der Kern.

Artenzahl ca. 6. Süsswasser. Europa und Nordamerika.

9. Familie Menoidina Bütschli.

Unterscheiden sich von den Euglenina, denen sie in Gestalt und allgemeiner Bauweise sehr nahe stehen durch Chlorophyllmangel, der hier in Verbindung mit der saprophytischen Lebensweise, normal ist; ebenso fehlt ein Stigma stets. In den übrigen Characteren herrscht, wie gesagt, wohl eine weitgehende Uebereinstimmung mit den Eugleninen. Körper metabolisch oder starr.

a. Metabolische Formen.

Astasiopsis n. g.

Synon. Cyclidium p. p. (distortum) Dujardin (39). Euglena p. p. (curvata) Klebs (206).

T. 47, Fig. 4.

Gestalt im schwimmenden Zustand sehr langgestreckt, spindel- bis nadelförmig, ähnlich gewissen Euglenen, jedoch häufig auch sehr abgeplattet und mehr oder weniger schraubig tordirt. Sehr metabolisch. Mundöffnung nimmt die vordere Körperspitze ein und ragt als ein etwas knopfartiges Spitzchen auch im stark contrahirten Zustand deutlich hervor. Fortpflanzung?

1 Art. Süsswasser und Infusionen. Europa.

? Astasiodes n. g.

Synon. Astasia Klebs (206) und frühere Autoren p. p.

Unterscheidet sich, soweit zu beurtheilen, von der vorigen Gattung hauptsächlich dadurch, dass die Mundöffnung mehr nach Art der Euglenen gelagert und gebaut ist und sich auch in einen ähnlich wie bei diesen beschaffenen Schlund fortsetzt.

Ca. 2 Arten. Süsswasser.

b. Nichtmetabolische Formen.

Menoidium Perty 1852 (76), Stein (167), Kent (182), Klebs (206).
T. 48, Fig. 7.

Gestalt (L. bis 0,06 Mm.) länglich halbmondförmig; das Hinterende abgerundet, das Vorderende trägt auf einer etwas halsartigen Verlängerung (ähnlich Astasiopsis) die Mundöffnung. Schlund ziemlich deutlich. Concave Bauchseite zu einer Kante verschmälert, die gegenüberstehende Rückseite breit abgerundet. Enthält zuweilen einige Chromatophoren.

1 Art. Süsswasser. Europa.

Atractonema Stein 1878 (167).
T. 48, Fig. 8.

Unterscheidet sich von der vorhergehenden Gattung wesentlich nur durch eine geradgestreckte, spindelförmige Gestalt (L. bis 0,032 Mm.), mit zugespitztem Hinterende. Grosser scheibenförmiger Paramylon(?)körper häufig vorhanden.

1 Art. Süsswasser. Europa.

Rhabdomonas Fresenius 1858 (102), Klebs (206).
Synon. Astasia Stein, Jugendform (167), ? Astasia (costata) Künstler (190).

Klein (L. = 0,020 Mm.), cylindrisch, meist etwas halbmondförmig gekrümmt und beide Enden unverschmälert und breit abgerundet. Cuticula breit längsgestreift. Schlundröhre deutlich (Klebs). Längstheilung beobachtet (Künstler). (Künstler gibt bei seiner wahrscheinlich hiehergehörigen Astasia costata neben der Hauptgeissel noch eine kleine Nebengeissel an.)

1 Art. Süsswasser. Europa.

10. Familie Peranemina.

Sehr metabolische ungefärbte Euglenoidinen von ziemlicher Grösse mit einer sehr ansehnlichen Geissel des Vorderendes, die dicht vor der etwas zurückgerückten ziemlich weiten Mundöffnung entspringt. Zuweilen sammt dieser in einem erweiterten Peristom gelegen. Die Mundöffnung führt in einen ansehnlichen röhrenförmigen Schlund. Cuticula zart; spiralgestreift. Nucleus central. 1 contractile Vacuole im Vorderende. Nahrungsaufnahme sicher.

Peranema Dujardin 1841, Perty (76), Stein (167), Klebs (206).
Synon. Trachelius p. p. (trichophorus) Ehrenberg (32 und früher), Astasia Clap. und Lachmann, Carter (100a), James-Clark (125), Fromentel (146) p. p., Kent (182).
T. 47, Fig. 1.

Ziemlich gross (L. bis 0,08 Mm.), etwa oval, Hinterende meist breit abgerundet, seltner etwas zugespitzt; Vorderende mässig zugespitzt. Auf diesem sehr ansehnliche Geissel; dicht dahinter auf der Bauchseite eine wahrscheinlich im geschlossenen Zustand spaltförmige Mundöffnung, die in einen ziemlich langen, röhrenförmigen, geraden Schlund führt (nach Klebs soll derselbe ein vorstossbarer Stabapparat sein). Sehr metabolisch.

Cuticula fein spiralgestreift. 1 contractile Vacuole im Vorderende, Nucleus ziemlich central. Fortpflanzung durch Längstheilung.

1 sichere Art, doch zeigen noch zahlreiche unzureichend beschriebene Formen vielleicht nähere Beziehungen zu dieser Gattung. Süsswasser. Europa, Ostindien, Nordamerika und Nordafrika.

Urceolus Mereschkowsky 1877 (Arbeiten der Gesellschaft der Naturforscher zu Petersburg Vol. VIII. und 174).

Synon. Phialonema Stein (167).

T. 47, Fig. 5.

Mittelgross (L. bis 0,05 Mm.), Gestalt im gestreckten Zustand etwa flaschenförmig, mit flaschenhalsartig erweitertem Vorderende und abgerundetem bis mässig zugespitztem Hinterende. Cuticula fein bis grob schraubig gestreift. Sehr metabolisch. Vorderende zu einem etwa trichterförmigen Peristom vertieft, in dessen Grund die ansehnliche Geissel entspringt und das in den tief hinabsteigenden, engen Schlund führt. 1 contractile Vacuole im vorderen Körperdrittel.

1 Art. Süsswasser. Europa.

11. Familie Petalomonadina.

Ungefärbte formbeständige Formen von etwa ovaler abgeplatteter Gestalt, mit grosser Geissel des Vorderendes und dicht dahinter, auf Bauchseite einer Mundöffnung mit sehr wenig entwickeltem Schlund. Nahrungsaufnahme sicher.

Petalomonas Stein 1859 (Organismus der Infusionsthiere I. p. 76).

Synon. ? Gonium (rectang. und obtusang.) O. F. Müller (12), ? Trachelius (laticeps) Ehrenb. (36), Cyclidium (abscissa) p. p. Dujardin (39), ? Monas (pileat.) p. p. Perty (76) ? Peranema (protr. u. globul.) Fromentel (146).

T. 47, Fig. 2.

Mittelgross (bis 0,045 Mm. L.), formbeständig; etwa oval, stark abgeplattet, mit platter oder durch eine mittlere Längsfurche vertiefter Bauchseite, gewölbter und zum Theil mit einigen Längskielen ausgerüsteter Rückseite. Sehr lange Geissel des Vorderendes, die gewöhnlich nur am Ende bewegt wird. Mundöffnung an der Geisselbasis auf Bauchseite, ohne oder doch nur mit sehr kurzer Schlundeinsenkung. 1 contractile Vacuole in vorderer Körperhälfte, dem linken Seitenrand genähert. Kern dem rechten genähert. Nahrungsaufnahme sicher.

Süsswasser. Europa. 4 Arten.

Anhang zu der Familie der Petalomonadina.

Scytomonas Stein 1878 (167).

Klein (L. = 0,615 Mm.), nackt (?). formbeständig, etwa oval; 1 vordere Geissel. Contractile Vacuole etwas vor der Mitte. Nucleus? Nahrungsaufnahme?

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Die Stellung dieser Form ist, insofern sich nach dem bis jetzt bekannten urtheilen lässt, noch unsicher. Stein zieht sie zu seiner Familie der Scytomonadina, wogegen sie Kent (182) in die Nähe von Oikomonas bringt, der sie ja auch ziemlich gleicht. Ich glaube, dass

vielleicht gewisse Beziehungen zu Petalomonas vorhanden sind, doch ist, wie bemerkt, die Sachlage sehr unklar.

12. Familie Astasiina Bütschli (vielleicht besser als Heteronemina zu bezeichnen).

Ungefärbte, metabolische oder starre Formen, deren Hauptauszeichnung gegenüber den übrigen Euglenoidinen im Besitz einer dicht neben der Hauptgeissel entspringenden, kleinen bis mässig langen Nebengeissel besteht. Ernährung wahrscheinlich z. Th. saprophytisch, z. Th. animal.

a. Metabolische Formen.

Astasia (Ehrenberg 1830) emend. Stein 1878 (167), non Kent und Klebs.

Synon. Proteus p. p. (tenax) O. F. Müller (12). Distigma p. p. Ehbg., Kent (182)

T. 48, Fig. 9.

Gross (L. bis 0,1 Mm.); langgestreckt cylindrisch, Vorder- und Hinterende zugespitzt. Vorderende trägt dicht neben der Hauptgeissel eine zarte, nach vorn gerichtete Nebengeissel (die Geisseln gehen jedoch häufig verloren). Cuticula zart spiralstreifig. Metabolie sehr energisch, auch während des Schwimmens. Dicht hinter der Geisselbasis zuweilen zwei schwärzliche stigmaartige Puncte. Mund und Schlundröhre wahrscheinlich ähnlich denen der Eugleninen. Ernährung?

1 Art. Süsswasser. Europa und Nordamerika.

Heteronema Dujardin 1841 (39), emend. Stein (167).

Synon. Trachelius p. p. (globulifer) Ehbg., Astasia p. p. (acus) Ehbg. (36), ? Peranema p. p. (globulifer), Dujardin (39), ? Dinema Perty (76), Astasia p. p. (fusiformis) Fromentel (146).

T. 48, Fig. 10.

Die Unterschiede dieser Gattung von Astasia sind sehr geringfügig, so dass es überhaupt fraglich erscheint, ob beide nicht besser zusammenzuziehen wären. Die hauptsächlichste Differenz scheint darin zu bestehen, dass die Nebengeissel hier ansehnlicher wird und ihre Insertion etwas auf die Bauchseite nach hinten gerückt ist. Ernährung?

3—4 Arten. Süsswasser und marin. Europa.

Zygoselmis Dujardin 1841 (39), Perty (76), Stein (167).

Synon. Astasia (inflata und crassa) Fromentel (146) p. p.

T. 48, Fig. 11.

Gross (L. bis 0,1 Mm.). Gestalt oval bis länglich, jedoch durch active oder passive Gestaltsänderung sehr wechselnd. Cuticularschicht spiralgestreift. Vorderende meist etwas zugespitzt, Hinterende abgerundet. Bewegungsgeissel sehr ansehnlich, dicht dabei die kleine Schleppgeissel. Dahinter eine etwa schlitzförmige Mundöffnung, die in kurzen und weiten röhrigen Schlund führt. Daneben die contractile Vacuole. Grosser Nucleus etwa central. Nimmt ansehnliche Nahrungskörper auf. Längstheilung.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

b. Nichtmetabolische Formen.

Sphenomonas Stein 1878 (167).

T. 48, Fig. 12.

Mittelgross (L. = 0,032 Mm.), formbeständig. Gestalt etwa oval, beiderseits zugespitzt, mit 4 hervorragenden Längskielen, so dass Querschnitt ziemlich quadratisch. Hinterende enthält häufig einen sogen. Gallertkörper. Längstheilung. Nahrungsaufnahme?

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Tropidoscyphus Stein 1878 (167).

Synon. Sphenomonas p. p. Kent (182).

T. 48, Fig. 13.

Mittelgross (L. = 0,04 Mm.), formbeständig. Gestalt etwa oval, Hinterende scharf zugespitzt, Vorderende schief abgestutzt bis ausgeschnitten. Regelmässig vertheilte Längsrippen des Körpers, die häufig etwas schraubenförmig verlaufen. Mund im ausgeschnittenen Vorderende, im Anschluss hieran ein sehr erweiterungsfähiger Schlund, an dessen Ende die contractile Vacuole. Nucleus central. Nahrungsaufnahme sicher.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

3. Unterordnung Heteromastigoda.

Kleine Abtheilung, zu welcher Formen von geringer bis ziemlich beträchtlicher Grösse gehören. Nackt und dann zuweilen auch amöboid werdend, oder starr und dann häufig mit ähnlicher Cuticula wie die Eugleninen etc. versehen. Hauptauszeichnung der Besitz zweier, in ihrem Verhalten wesentlich verschiedener Geisseln des Vorderendes, die auch gewöhnlich an Grösse recht differiren. Die eine Geissel ist nach vorn gerichtet und bewirkt die gewöhnliche Vorwärtsbewegung, die andere und meist grössere wird nach hinten gerichtet nachgeschleppt. Doch müssen wir einstweilen hier auch zwei Formen anschliessen, bei welchen die Zahl der hinteren Geisseln auf zwei vermehrt ist. Ernährung stets animalisch und daher zum mindesten immer eine Mundstelle vorhanden, welche bei den grösseren Formen zu einem deutlichen Mund wird, der mit ansehnlichem Schlund in Verbindung steht. Stets ungefärbt.

Wie schon aus Früherem hervorgeht, existirt keine scharfe Grenze zwischen den Euglenoidina und der jetzt zu besprechenden Unterordnung (speciell der Familie der Anisonemina), auch scheint es überhaupt noch etwas unsicher, ob die Verwandtschaft der beiden unterschiednen Familien der Heteromastigoden eine so innige ist, wie hier angenommen wurde.

13. Familie Bodonina Bütschli (Heteromitidae Kent 1880).

Kleine, nackte Heteromastigoda, bei welchen der Grössenunterschied der beiden Geisseln zuweilen nur wenig hervortritt. Schlund höchstens angedeutet.

Bodo (Ehbg. 1830), Stein 1878, non Kent (182).

Synon. Heteromita Dujardin p. p. (39), Perty (76) p. p., Fromentel (146) p. p., Kent (182), Grassi p. p. (193), Künstler (Compt. rend. 1883, October), Amphimonas Dujardin (39) p. p., Spiromonas (Perty) Kent p. p. (182), Pleuro-

monas Perty (76). Colpodella Cienkowsky (115), Diplomastix Kent (182), ? Anisonema (ludibund. und intermed.) Kent (182), Isomita Diesing (121), Protomonas Haeck. (Monogr. d. Moneren 1870)*), the hooked Monad und the springing Monad Dallinger and Drysdale (145).

T. 46, Fig. 4—6.

Klein (L. bis 0,03 Mm.), nackt, oval bis länglich gestreckt. Das meist zugespitzte Vorderende mit zwei gewöhnlich recht ungleichlangen Geisseln. Die kleinere nach vorn gerichtet und schlängelnd, die grössere nach hinten gerichtete wird nachgeschleppt und dient auch häufig zur Befestigung. Mundstelle am Vorderende, sich zuweilen in schlundartiges kurzes Röhrchen fortsetzend. Nucleus meist in Körpermitte; 1 bis mehrere contractile Vacuolen von verschiedener Lagerung. Mit oder ohne Verlust der Geisseln gehen gewisse Formen häufig in amöboiden Zustand über. Vermehrung durch Längstheilung und Sporulation nach Copulation.

Süss- und Salzwasser (Parona) und Infusionen. Europa und Aegypten. [Pruner bei Davaine (152)]; auch parasitische Formen von entsprechendem Bau finden sich, so z. B. im Darm von Lacerta (Grassi, Künstler). Ebenso gehört die sog. Plagiomonas (früher 1879 Retortomonas) Gryllotalpae (Grassi, 193), aus dem Darm der Gryllotalpalarve wahrscheinlich hieher. Artzahl ca. 5—6.

Phyllomitus Stein 1878 (167).

T. 46, Fig. 7.

Klein (L. bis 0,021 Mm.); Gestalt oval bis länglich oval, Hinterende häufig zugespitzt, seltner abgerundet. Vorderende mit schiefem Ausschnitt (Peristom St.'s) und einer dicken blattartigen Geissel, die sich bald in zwei gewöhnlich ungleich lange spaltet. Nucleus im Vorderende. Nahrungsaufnahme wohl sicher.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Colponema Stein 1878 (167).

T. 46, Fig. 10.

Klein (L. = 0,03 Mm.), formbeständig; Gestalt breit S förmig; mässig abgeplattet; Bauchseite durch Längsrinne, welche sich in vorderer Hälfte stark erweitert, tief ausgehöhlt. Kleinere Bewegungsgeissel an vorderer Körperspitze, hintere Schleppgeissel in der Mitte der Bauchrinne. 1—2 contractile Vacuolen in Körpermitte. Nahrungsaufnahme?

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Anhang zu der Familie der Bodonina.

Dallingeria Kent 1880 (1882) nach Dallinger (168).

T. 45, Fig. 12.

Klein (L. = 0,007 Mm.); Gestalt länglich, in der Mittelregion etwas eingeschnürt; Vorderende zugespitzt, mit einer nach vorn gerichteten Geissel. Jederseits, etwa in Körpermitte, entspringt eine nach hinten gerichtete Geissel, mit welchen die Wesen sich häufig festheften und dann

*) Die in den Nachträgen zur Monogr. der Moneren beschriebene Protomonas Huxleyi ist eine ganz unsichere, wahrscheinlich überhaupt nicht zu den Flagellaten gehörige Form.

mittels der Contractionen dieser Geisseln Schnellbewegungen ausführen, ähnlich gewissen Bodonen. Nucleus in hinterer Hälfte. Contractile Vacuole? Längstheilung, Copulation.

Infusion. Europa. 1 Art.

Ein gesichertes Urtheil über die Stellung dieser Form scheint mir zur Zeit unmöglich, ich reihe sie daher nur provisorisch hier an.

Trimastix Kent 1880 (182).

T. 45, Fig. 13.

Klein (L. = 0,015 Mm.); oval bis birnförmig, mit etwas zugespitztem Vorderende, dies trägt drei Geisseln, von welchen eine nach vorn gerichtet ist, die beiden andern dagegen nachgeschleppt werden. Der rechtsseitige Körperrand in eine Art Membran ausgewachsen, längs deren Basis sich die eine der nach hinten gerichteten Geisseln in schlangenförmigen Biegungen anlegt und erst ihre über das Körperende sich fortsetzende Verlängerung wird frei. 1 contractile Vacuole nahe der Geisselbasis, Nucleus im Hinterende. Nahrungsaufnahme?

Faulendes Seewasser. Europa. 1 Art.

Leider fühle ich mich ausser Stand, dieser interessanten Form eine gesicherte Stellung anzuweisen; daher ist ihre Einreihung eine ganz provisorische. Wie schon früher angedeutet, halte ich auch Beziehungen zu Trichomonas nicht für unmöglich. Mit Trimastix hat vielleicht auch das dreigeisselige Wesen, welches Henneguy neuerdings (201) unter dem Namen Bodo necator beschrieb und das zuweilen in sehr grossen Mengen auf der Haut junger Forellen schmarotzt, nähere Beziehungen. Ein Bodo ist es wohl sicher nicht.

14. Familie Anisonemina Kent 1880. (Scytomonadinae p. p. St.*.)

Grössere Formen (L. 0,04—0,05 Mm.); formbeständig, mit Cuticula. Körper abgeplattet; im Allgemeinen oval uud etwas asymmetrisch. Grössendifferenz der beiden Geisseln erheblich. Deutliche Mundöffnung hinter der Basis der Bewegungsgeissel auf Bauchseite in Verbindung mit verschieden langem röhrigem Schlundapparat. Aufnahme ansehnlicher Nahrungskörper. Vermehrung durch Längstheilung.

Anisonema Dujardin 1841 (39), James-Clark (125), Bütschli p. p. (171), Stein (167), Kent p. p. (182), Klebs (206).

Synon. Bodo (grandis) p. p. Ehrenberg (32), Heteromita (ovata) Dujardin (39) und Perty (76), p. p. Fromentel (146), Diplomita Fromentel (146), ? Ploeotia Dujardin (39).

T. 46, Fig. 8.

Mittelgross (L. bis 0,04 Mm.); oval, stark abgeplattet und deutlich asymmetrisch, der rechte Seitenrand auf der Bauchseite etwas stärker wulstig vorspringend. Zarte, sehr fein spiralgestreifte Cuticula (Klebs). Dicht hinter der Basis der Bewegungsgeissel die Mundöffnung, welche sich etwas schief nach links hinein senkt und mit einem dunkeln, mässig langen, röhrigen Schlundapparat in Verbindung tritt. Schleppgeissel entspringt aus der Mundeinsenkung (Klebs), zieht im Bogen um den vorderen

*) Bei der allgemeinen Schilderung des Baues etc. der Flagellata, wurde für diese Familie gewöhnlich die Bezeichnung Scytomonadina gebraucht, da jedoch die Gattung Scytomonas sicher nicht hieher gehört, so empfiehlt sich der Kent'sche Name.

Körperrand nach rechts und läuft an dem aufgewulsteten rechten Körperrand nach hinten herab. 1 contractile Vacuole im Vorderende am linken Seitenrand. Nucleus randlich, etwas hinter der Körpermitte. Nahrungsaufnahme sicher; sog. Afterstelle am Hinterende (Stein). Vermehrung durch Längstheilung.

Süsswasser und wahrscheinlich auch marin; Europa und Nordamerika. Artzahl 2—3.

Entosiphon Stein 1878 (167).

Synon. ? Cyclidium (margaritac.) Ehrenberg (32), Cyclidium (lineata) Weisse (1851), Anisonema p. p. Dujardin (39), Bütschli (171), Heteromita (sulcata und ? cylindrica) Mereschkowsky (174), Ploeotia (Dj.) Fromentel (146).

T. 46, Fig. 9.

Unterscheidet sich hauptsächlich von Anisonema dadurch, dass sich die Schleppgeissel dicht hinter der Bewegungsgeissel inserirt und keinen Bogen beschreibt. Vorderende ziemlich breit und meist etwas schief abgestutzt. Bauch- und Rückseite grob längsgerippt.

Süsswasser und marin (Parona). Europa. 1 Art.

Anhang zur Familie der Anisonemina.

Heteromastix James-Clark 1867 (124), früher in „Mind in nature". p. 146.

Mittelgross (Länge im gestreckten Zustand = 0,05 Mm.); Körperbau im Allgemeinen sehr ähnlich Anisonema; dagegen sehr contractil, ähnlich Euglena und Peranema. Auf vorderer Fläche der Bauchseite eine etwas schief nach hinten ziehende breite Grube oder ein Eindruck, der sich über die Hälfte des Körpers hinzieht. Daraus entspringen eine grosse Anzahl feiner Cilien, welche die Hauptbewegungsorgane sind, über deren Stellung und Anordnung jedoch keine Sicherheit herrscht. Stigma im Vorderende.

Fundstätte? Nordamerika. 1 Art.

4. Unterordnung Isomastigoda Bütschli.

Kleine bis mittelgrosse Formen von monaxoner, seltener bilateraler bis asymmetrischer Gestalt. Vorderende mit 2, 4 oder selten 5 gleichen Geisseln, die gewöhnlich dicht bei einander entspringen, selten mehr auseinander gerückt sind. Theils gefärbt, theils ungefärbt. Nackt oder mit Schalenhülle oder Gehäuse. Mundöffnung und Schlund selten; Ernährung meist holophytisch, z. Th. jedoch animalisch.

15. Familie Amphimonadina Kent emend.

Kleine, farblose reguläre zweigeisselige Isomastigoden, nackt und gewöhnlich mit Neigung zur Metabolie oder Pseudopodienentwicklung. Ernährung thierisch.

Amphimonas Duj. (39), Kent (182) 1880, Perty (76).

Synon. Deltomonas Kent (182).

T. 42, Fig. 4—5.

Klein (L. bis 0,012 Mm.); meist oval oder kuglig bis unregelmässig, da metabolisch. Häufig mit Hinterende festgeheftet. Die Geisseln des Vorderendes entweder dicht zusammenstehend oder etwas von einander

gerückt. 1—2 contractile Vacuolen, 1 Nucleus. Nahrungsaufnahme sicher, angeblich durch gesammte Körperoberfläche. Vermehrung durch Längstheilung (Quertheilung?).

Süsswasser und marin. Ca. 3—4 Arten. Europa.

? Pseudospora [Cienkowsky (115)] emend. — Kent (182).

T. 42, Fig. 7.

Fraglich ob von Amphimonas unterschieden. Hauptdifferenz bestände darin, dass sie keine Neigung hat sich anzuheften. Entsendet häufig spitzwinklig verästelte Pseudopodien und geht auch in den amöboiden Zustand über, während dessen sie namentlich ihre Nahrung aufnimmt.

Süsswasser. Europa. Dringt hauptsächlich in Volvoxstöcke ein und verzehrt deren Zellen.

? Dinomonas Kent 1880.

T. 42, Fig. 6.

Gestalt oval bis birnförmig (L. = 0,01—0,015 Mm.); Körper plastisch, jedoch nicht amöboid. Vorderende mit zwei gleichen oder nahezu gleichen Geisseln, an deren Basis eine sehr ausdehnbare Mundöffnung, die jedoch nur während der Nahrungsaufnahme sichtbar ist. Sehr gefrässig. 1 bläschenförmiger Kern und eine im Hinterende gelegene contractile Vacuole. Infusionen. Europa. 2 Arten.

Diese Gattung scheint mir sowohl bezüglich ihrer Selbstständigkeit, als ihrer systematischen Stellung nach etwas zweifelhaft; einerseits dürfte sie sich der Gattung Amphimonas anreihen, andrerseits besitzt sie jedoch vielleicht Beziehungen zu den kleinen Heteromastigoden, speciell Bodo, worauf auch die Art der Nahrungsaufnahme hindeutet.

16. Familie Spongomonadina Stein.

Kleine (L. bis ca. 0,02 Mm.), farblose, ovale Flagellaten mit zwei dicht zusammenstehenden Geisseln, einem Nucleus und einer contractilen Vacuole, beide etwa in Körpermitte. Hauptauszeichnung Stockbildung durch Vereinigung zahlreicher Individuen in gemeinsamer Gallerte oder durch Entwicklung verzweigter Gallertröhren, deren Enden die Einzelwesen bewohnen. Gallerte dieser Hüllen stets stark körnig und dadurch häufig braun gefärbt. Vermehrung durch Längstheilung der Einzelwesen, Quertheilung (Kent)?. Ernährung wahrscheinlich thierisch.

Spongomonas Stein (167) 1878, Kent (182), Gruber (in Ztschr. f. wiss. Zool. 38, p. 56).

Synon. ? Monas consociatum Fresenius (102), Phalansterium Cienk. (134) p. p.

T. 42, Fig. 12—13.

Flagellaten in gallertiger Kolonialmasse meist dicht zusammengebettet, so dass nur die Geisseln hervorschauen. Kolonien z. Th. sehr ansehnlich (bis zu 3 Centim. Länge). Gestaltung sehr verschieden, z. Th. platt aufgewachsen und dann scheiben- oder wurmförmig, z. Th. von Unterlage sich buschig erhebend oder schliesslich frei herabhängend und dann kuglig oder sackartig bis gelappt.

Süsswasser. Europa. 4 Arten.

Cladomonas Stein (167) 1878, Kent (182).

T. 42, Fig. 21.

Einzelflagellaten bewohnen die Enden einer dichotomisch verzweigten

Gallertröhre, deren kurze Aeste sich frei, nicht zusammenwachsend erheben. Grösse der Stöcke mässig (Höhe ca. 0,075 Mm.).

Süsswasser. Europa. Artzahl 1.

Rhipidodendron Stein 1878 (167), Kent (182), Ryder (Americ. natur. Vol. 14).

Synon. Aporea Bailey (64).

T. 42, Fig. 9.

Stöcke ansehnlich (Höhe bis ca. 0,3 Mm.). Beginn durch eine Gallertröhre, die sich fortgesetzt dichotomisch in einer Ebene theilt; die neuentstandnen Röhrenzweige bleiben zunächst eine Strecke weit zu einem Fächer vereinigt, der sich hierauf in eine Anzahl secundärer Fächer theilt und diese Zerspaltung setzt sich noch weiter fort.

Süsswasser. Europa und N.-Amerika. 2 Arten.

Anhang zu Spongomonadina.

Diplomita Kent (182).

Synon. Bicosoeca Kent (138).

T. 42, Fig. 8.

Klein, farblos, oval, dicht bei der Geisselbasis meist rother Augenfleck. Braunes Gehäuse (H. ohne Stiel = 0,013 Mm.), ganz ähnlich dem der Bicosoeca; ebenso Befestigung des Thieres im Gehäusegrund und Rückziehfähigkeit. Nahrungsaufnahme ?.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Nach den vorliegenden Mittheilungen ist es schwer, die Beziehungen dieser Gattung zu beurtheilen, daher ist die ihr hier angewiesene Stellung durchaus provisorisch.

Gruppe der Phytomastigoda Bütschli.

Die folgenden 3 Familien der Chrysomonadina, Chlamydomonadina und Volvocina zeigen eine so innige Verwandtschaft, dass sich ihre Vereinigung zu einer Untergruppe empfiehlt. Dieselbe wäre einmal ausgezeichnet durch den regulär isomastigoden, meist zwei-, selten viergeisseligen Bau und weiterhin namentlich durch die holophytische Ernährungsweise der hierhergehörigen Formen. Wie im früheren schon mehrfach erörtert wurde, sind es diese Phytomastigoda, welche die innigsten Beziehungen zu einer Reihe einzelliger Algen darbieten, so dass sie von den Botanikern gewöhnlich mit denselben zu der Abtheilung der Protococcoideae vereinigt werden. Auch diesen Beziehungen soll durch den Namen Phytomastigoda Ausdruck gegeben werden.

17. Familie Chrysomonadina (Stein) emend. Bütschli.

Einzellebende oder koloniebildende Individuen, meist länglich und formbeständig, Schalenhülle ähnlich der der Chlamydomonadina fehlt gewöhnlich; selten in Gehäuse oder gestielt. Mit zwei, selten nur einer braunen bis grünlichbraunen Chromatophore, die den beiden Seitenrändern anliegen. Meist mit Augenflecken an der Geisselbasis.

Die Geisseln fast stets ganz gleich, und selten vielleicht durch gelegentliche Reduction einer (Mallomonas) auf Einzahl vermindert. Die freischwimmenden Kolonien durch kuglige Gruppirung zahlreicher Individuen um ein Centrum gebildet.

Stylochrysalis Stein (167) 1878.

T. 44, Fig. 6.

Klein (L. ca. 0,009 Mm.); einzellebend, auf ansehnlichem secernirtem Stiel befestigt. Vermehrung durch Quertheilung.

Süsswasser. Europa. 1 Art, auf Eudorina befestigt.

Chrysopyxis Stein 1878 (162), Wille (197).

T. 43, Fig. 2.

Einzellebend in ziemlich dickwandigem Gehäuse (Höhe = 0,012 Mm.), von birnförmiger Gestalt und ziemlich stark verengter Mündung. Dasselbe ist durch zwei hintere gegenständige, zugespitzte Fortsätze auf Algenfäden befestigt. Vermehrung durch Längstheilung im Gehäuse.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Nephroselmis Stein 1878 (167).

T. 44, Fig. 7.

Klein, von etwa bohnenförmiger Gestalt, Breitenaxe (0,018 Mm.) übertrifft die Hauptaxe an Länge. Stark abgeplattet. In vorderer schwach concaver Einsenkung die zwei nahezu gleich langen Geisseln. Dicht dabei die contr. Vacuole und der Nucleus wahrscheinlich dicht dahinter. Längs des ganzen Körperrandes zieht ein bandförmiges Chromatophor hin. Bewegung in der Richtung der Breitenaxe. Vermehrung durch Längstheilung.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Stein zieht diese Form zu seinen Cryptomonadina, indem er die Breitenaxe für die Hauptaxe nimmt. Ich glaube dagegen, dass die Gattung hier ihren richtigen Anschluss findet, wenn sie auch in manchen Punkten nicht unwesentliche Abweichungen von den typischen Chrysomonadinen zeigt.

Synura Ehrbg. 1833 (20, 32), Stein (167).

Synon. Volvox p. p. O. F. Müller (12), Uvella (virescens) Ehrbg. (32), Dujardin (39), Perty (76), Schmarda (85), Fromentel (146), Bütschli (171), Grimm (143); Glenouvella Diesing (121).

T. 43, Fig. 1.

Koloniebildend; Einzelwesen mässig gross (L. bis ca. 0,035 Mm.), oval bis länglich mit zarter cuticularer Hülle, die häufig zu einem allseitigen feinen Stachelbesatz auswächst. Dicht hinter Geisselbasis gewöhnlich eine wechselnde Zahl Augenflecke. Im Hinterende einige contractile Vacuolen. Nucleus central.

Kuglige Kolonien aus verschiedner Zahl (bis 60 etwa) radiär um das Centrum gestellter Einzelwesen zusammengesetzt, die entweder im Centrum organisch zusammenhängen oder nur durch die Hüllen lose vereinigt sind. Vermehrung der Individuen durch Längstheilung, der Kolonien ebenfalls durch Theilung. Häufig Zerfall der Kolonie in die Individuen.

Süsswasser. Europa, Aegypten, N.-Amerika. 1 Art.

? Mallomonas Perty (76) 1852, Fresenius (102), Kent (182).

Synon. ? Chaetophlya p. p. Ehrbg. (32), ? Trichonema hirsuta p. p. Fromentel (146).

Sehr unsichere Gattung, die sich nur dadurch von den freigewordenen einzellebenden Individuen der Synura unterschiede, dass sie nur 1 Geissel besitzt. Stets mit ansehnlichem

Stachelkleid. Stein (167) bezieht daher auch Mallomonas auf isolirte Individuen der Synura; da jedoch die Beobachtungen von Perty, Fresenius und Kent übereinstimmend nur 1 Geissel angeben und ich gleichfalls eingeisselige Formen beobachtet habe, so scheint diese Auffassung noch etwas fraglich, obgleich dieselbe bei der sonstigen Uebereinstimmung gewiss viel für sich hat.

Süsswasser. 1 Art. Europa.

Syncrypta Ehrbg. (20) 1833 u. 32; Stein (167).

Synon. ? Uvella Fromentel (146) p. p.

T. 43, Fig. 3.

Unterscheidet sich wesentlich nur dadurch von Synura, dass die Bestachelung der Cuticularhülle den Einzelindividuen fehlt und die entsprechend gebaute Kolonie von einer körnigen Gallerthülle (Durchm. ca. 0,045) umschlossen wird, aus der nur die Enden der Geisseln hervorragen.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Chlorodesmos Phillips 1882 (198).

Noch etwas unsicher; koloniebildend; scheint sich in Bezug auf den Bau der Einzelwesen an Synura anzureihen, da dieselben mit einer dreieckigen stachligen Hülle versehen sind. Augenfleck fehlt. 1 contractile Vacuole am Hinterende. Kolonie durch Aneinanderreihung der Individuen (bis 30) zu einer Kette gebildet; die Kolonien zeigen Bewegungserscheinungen, indem die Kette sich rhythmisch verlängert und wieder zusammenzieht und ferner die benachbarten Individuen zuweilen noch zusammenklappende Bewegungen innerhalb der Kette ausführen.

1 Art. Süsswasser. Europa.

18. Familie Chlamydomonadina.

Körpergestalt ziemlich verschieden, kuglig bis langgestreckt spindelförmig. Vorderende mit 2 oder 4 (selten 5) Geisseln. Fast stets grün durch ansehnliches und, wie es scheint, gewöhnlich einheitliches Chromatophor. Meist zarte Schalenhülle, welche dem Körper gewöhnlich dicht aufliegt, sich jedoch auch sehr weit abzuheben vermag, seltener dickwandige Schale. Grössere Oeffnung der Schale fehlt meist. 1–2 contractile Vacuolen an der Geisselbasis. 1 Augenfleck gewöhnlich. Vermehrung, soweit verfolgt, durch fortgesetzte Theilung innerhalb der Schalenhülle, während des freischwimmenden Zustandes oder ruhend nach Verlust der Geisseln. Meist Makro- und Mikrogonidienbildung und häufig Copulation.

a. Unterfamilie Chlamydomonadinae s. str.

Ausgezeichnet durch stets sehr zarte Schalenhülle, die keine grössere Oeffnung, sondern nur Poren zum Durchtritt der Geisseln, keine Neigung zum Zerfall in zwei Klappen besitzt.

Hymenomonas St. 1878.

T. 44, Fig. 5.

Einzellebend und freischwimmend. Gestalt oval bis etwas unregelmässig (L. ca. 0,04 Mm.); zwei seitliche gelbbraune Chromatophorenplatten. Eine „weiche, feingekerbte", mässig dicke Hülle liegt der Körperoberfläche dicht und allseitig auf. Zwei contractile Vacuolen dicht an

der Geisselbasis und zwischen ihnen ein heller vacuolenartiger Raum, der an den Behälter der Engleninen erinnert. Im Hinterende gewöhnlich ein kugliger gallertiger Körper. 1 Art. Süsswasser. Europa.

Die Lage der contractilen Vacuolen im Vorderende gibt dieser Form nähere Beziehungen zu den Chlamydomonadina als zu den Chrysomonadina, zu welchen sie Stein ziehen will.

Chlorangium Stein 1878 (167).

Synon. Colacium Ehrbg. (32) p. p., Cienkowsky (134), Dinobryon p. p. Duj. (39).

T. 44, Fig. 2.

Klein spindelförmig (L. ca. 0,03 Mm.), mit sehr zarter, dicht aufliegender Schalenhülle. Hinter Geisselbasis eine contractile Vacuole, längs der Körperseiten 2 chlorophyllgrüne Chromatophorenbänder (vielleicht auch nur eines). Augenfleck fehlt. Nucleus central. Zunächst freischwimmend, hierauf sich mit Vorderende festheftend und unter Verlust der Geisseln einen kurzen Stiel ausscheidend. Vermehrung in diesem festsitzenden Zustand bis zu 4 Sprösslingen, welche durch Aufbrechen der Hülle frei werden und ihrerseits Stiele ausscheiden, so dass sich buschige Kolonien bilden. Häufig Loslösung von den Stielen und Uebergang in den freischwimmenden Zustand. Mikrogonidienbildung und Encystirung beobachtet.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Chlorogonium Ehrbg. 1835 (21) und (32; Weisse (61), Perty (76), Schneider (84), Stein (83 und 167), Krassilstschik (196), Klebs (206).

Synon. Glenomorum Ehrbg. (32), Dyas Ehrbg. (80).

T. 44, Fig. 1.

Gestalt spindelförmig bis langgestreckt spindelförmig (L. bis 0,12 Mm.). Schalenhülle sehr zart und dicht aufliegend. Chromatophor nicht deutlich erkannt, wahrscheinlich einheitlich. Selten auch farblos. Zahlreiche kleine contractile Vacuolen über den gesammten Körper vertheilt. Augenfleck vorhanden. Nucleus central. Vermehrung im freischwimmenden Zustand durch fortgesetzte Quertheilung in der Hülle zu wenigen grösseren Makrogonidien oder sehr zahlreichen Mikrogonidien. Letztere copuliren und bilden Dauerzygote.

Süsswasser. Europa, Aegypten und N.-Amerika. 1 Art.

Polytoma Ehrbg. 1838 (32), Perty (176), Schneider (84), Dallinger und Drysdale (145), Stein (176), Kent (182), Krassilstschik (195 u. Hauptarbeit in Schriften des neuruss. Naturf.vereins Bd. VIII).

Synon. Monas p. p. O. F. Müller (12), Chlamydomonas Cohn (86), Glenopolytoma Diesing (121).

T. 43, Fig. 4—5.

Grösse mässig, Gestalt rein oval oder mit zugespitztem Hinterende. Schalenhülle zart und meist vom Weichkörper ganz erfüllt. Keine Chromatophoren, dagegen fast stets zahlreiche Amylumkörnchen. Augenfleck zuweilen. Zwei contractile Vacuolen dicht bei der Geisselbasis. Nucleus in hinterer Körperhälfte. Saprophyt. Vermehrung durch fortgesetzte Theilung zu 4—8 Sprösslingen in der Hülle. Hierauf Freiwerden der-

selben. Nach gewisser Zeit Copulation der Sprösslinge mit Bildung einer Dauerzygote.

Süsswasser und Infusionen. Europa. Artzahl 2.

Chlamydomonas Ehrbg. 1833 (20) u. 32, A. Braun (70), Thuret (66), Perty (76), Cohn (86 u. 162), Fresenius (102), Cienkowsky (118), Reinhardt (157), Goroshankin (154), Schneider (164), Stein (167).

Synon. Diselmis Duj. (26 u. 39), Microglena (monadina) p. p. Ehrbg. (32) Glenomorum (aegyptiac.) p. p. Schmarda (85), Zygoselmis angusta u. Allodorina Fromentel (146).

T. 43, Fig. 6—8.

Mittelgross (L. bis 0,045 Mm.); Gestalt kuglig, oval bis nahezu cylindrisch. Schalenhülle zart, dem Körper dicht aufliegend. Einfaches sehr ansehnliches Chromatophor, das theils schalenartig unter der Körperoberfläche liegt, oder den grössten Theil des Körpers einnimmt und nur vorn eine Aushöhlung besitzt, in welcher sich die Hauptmasse des ungefärbten Körperplasmas findet. Kernlage hiernach verschieden. Chromatophor mit 1 bis mehreren kugligen, selten bandartig gestreckten Pyrenoiden. Zwei contractile Vacuolen dicht hinter der Geisselbasis. Gewöhnlich ein rother Augenfleck in der vorderen Körperhälfte.

Vermehrung durch fortgesetzte Theilung, gewöhnlich nach Verlust der Geisseln. Zu Zeiten Copulation zwischen Makro- und Mikrogonidien und Bildung von Dauerzygote.

Süsswasser u. marin? (Parona). Europa, Aegypten, Ostindien. Artz. ca. 6.

Haematococcus Agardh 1828 (Icones Algar. europ.), Dunal (33), Flotow (50), Rostafinski (148 u. 187), Goroshankin (154).

Synon. ? Volvox lacustris Girod (13), Monas Joly (34), Disceraea Morren (40 u. 41), K. Vogt (48), Chlamydococcus A. Braun (70), Stein (167), Protococcus Cohn (66), Chlamydomonas p. p. Cienkowsky (118), Schneider (164), Zygoselmis (leucoa) Parona (Arch. sc. ph. nat. 3. 3. T. X) *).

T. 43, Fig. 9.

Unterscheidet sich wesentlich dadurch von der vorhergehenden Gattung, dass sich die zarte Schalenhülle der frei beweglichen gewöhnlichen Formen weit von dem Körper abhebt**). Gestalt der Hülle theils oval, theils sogar viereckig bis herzförmig. Körper daher nur noch an der Durchtrittsstelle der Geisseln durch schnabelartigen Fortsatz an die Schale geheftet. Grün durch einfaches, wahrscheinlich mantelartiges Chromatophor, das ein bis mehrere runde Pyrenoide enthält. Augenfleck fehlt. Dagegen häufig theilweise bis totale Rothfärbung durch Auftreten von Haemato-

*) Bezüglich weiterer Synonymie vergleiche bei Cohn (66). Cohn (Jahresber. der schles. Ges. für vaterl. Cultur 1881, p. 318) scheint mit Recht anzunehmen, dass der Volvox lacustris von Girod wegen seines Vorkommens in Seen nicht mit dem Haematococcus pluvialis Fl. identisch sein könne. Ich habe diese Notiz früher übersehen und auf Rostafinski's Autorität diese Identität angenommen, da mir das Werk von Girod nicht zugänglich war.

**) Eine scharfe Grenze zwischen Chlamydomonas und Haematococcus scheint sich wenigstens zur Zeit nicht ziehen zu lassen. Mit Stein möchte ich die der Schalenhülle entnommenen Charaktere für die zur Unterscheidung besten halten. Andre Forscher, wie A. Braun, Cohn, legten mehr Gewicht auf die Zahl der Pyrenoide und beschränken daher Chlamydomonas auf die Formen mit 1 Pyrenoid, während sie die mit mehreren zu Haematococcus ziehen.

chrom. Vermehrung gewöhnlich im ruhenden Zustand durch fortgesetzte Zweitheilung. Mikrogonidienbildung. Copulation nicht beobachtet.

Süsswasser und Seewasser, Schnee des Hochgebirges und der Polarregionen. Europa bis Japan (nach Cohn). Artenzahl 3—4.

Carteria Diesing 1866 (121).

Synon. ? Polyselmis Duj. (41), Sporozoidie Perty (76, T. XI, 9), Cryptoglena Carter (105), Chlamydomonas Fresenius (102), Rostafinski (137). Schneider (164).

T. 45, Fig. 2.

Zeigt alle wesentlichen Charaktere von Chlamydomonas, besitzt jedoch 4 Geisseln. Mikrogonidienbildung und Copulation beobachtet.

Süsswasser. Europa und Ostindien. 1 Art.

Spondylomorum Ehrbg. 1848 (59), Stein (167).

Synon. Uvella p. p. (Bodo) Ehrbg. (32), Carter (130), Phacelomonas Stein (83).

T. 45, Fig. 4.

Koloniebildend, Einzelthiere sehr ähnlich Carteria. Die Kolonien bestehen aus 16 gleich gerichteten Individuen, die in 4 alternirenden Kränzen von je 4 Individuen um die Längsaxe der Kolonie zusammengestellt sind. Der Zusammenhang der Individuen relativ locker. Fortpflanzung durch ziemlich gleichzeitigen Zerfall sämmtlicher Kolonialindividuen durch successive Theilung in neue Kolonien, die sich hierauf aus der Schalenhülle ihrer Mütter befreien.

1 Art. Süsswasser. Europa, Ostindien.

b. Unterfamilie Phacotina.

Flagellatenkörper entsprechend den Chlamydomonas- oder Haematococcusformen gebaut, von fester dicker Schalenhülle umkleidet, welche der Weichkörper gewöhnlich nur zum Theil erfüllt. Die Schale zeigt entweder eine Zusammensetzung aus zwei hälftigen Klappen oder doch eine Neigung, unter gewissen Umständen in die beiden Hälften zu zerreissen.

Coccomonas Stein 1878 (167).

Synon. ? Trachelomonas (acuminata) Schulz (Beitr. zur Kenntniss der Infus. Nassau (Jahrb. d. nass. Ver. f. Naturk. XI).

T. 43, Fig. 11.

Im Allgemeinen sehr ähnlich Haematococcus, jedoch Schale dick, fest und spröde und vorn mit einfacher, kleiner, runder Oeffnung zum Durchtritt der beiden Geisseln. Schalengestalt oval bis viereckig. Fraglich, ob der Weichkörper noch mit einer zweiten dicht aufliegenden Hülle umkleidet ist? Vermehrung durch fortgesetzte Theilung in der Schale, welche hierauf in zwei Hälften zerreisst zum Austritt der Sprösslinge.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Phacotus Perty 1852 (76), Stein (167).

Synon. Cryptomonas p. p. Ehrbg. (32), Cryptoglena p. p. Carter (105 u. 106), Kent p. p.

T. 44, Fig. 3—4.

Schale linsen- bis mehr herzförmig (Durchm. bei Ph. lenticul. bis

0,02 Mm.) aus zwei gleichen Klappen zusammengesetzt, die im Aequator zusammengefügt, jedoch nicht verwachsen sind, daher können dieselben sich nach dem Tod etc. aus ihrem Zusammenhalt lösen. Schalenoberfläche sculpturirt. Flagellat füllt die Schale gewöhnlich nur theilweise aus. Vermehrung durch fortgesetzte Theilung innerhalb der Schale; Copulation zwischen Makro- und Mikrogonidien beobachtet.

Süsswasser. Europa, Aegypten und Ostindien. 2 Arten.

Anhang zu der Familie der Chlamydomonadina.

? **Tetratoma** n. g. Bütschli.

Synon. Chlamydomonasform Archer (142).

Allgemeiner Bau ähnlich Carteria, doch entspringen die vier Geisseln des Vorderendes nicht aus einem Punkt, sondern aus vier weit getrennten, von welchen jeder farblos ist. Doch scheint Vorderende nicht etwa gelappt zu sein. Elliptisch. Ein weit nach hinten gerückter Augenfleck. Zarte Schalenhülle.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Pyramimonas Schmarda 1850 (65).

Synon. Pyramidomonas Stein (167), Chloraster p. p. Kent (182).

T. 45, Fig. 7.

Klein (L. bis 0,037 Mm.), Gestalt umgekehrt kegelförmig, durch vier Längsfurchen vierrippig. Vorderende mit vier gleichlangen Geisseln. Grün. Contractile Vacuole an der Geisselbasis. Schalenhülle?. Vermehrung durch Längstheilung. Sehr unvollständig bekannt und speciell in ihren möglichen Beziehungen zur folgenden Gattung unsicher.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Chloraster Ehrbg. 1848 (59), Stein (167), Kent (182).

T. 45, Fig. 5—6.

Klein (L. bis 0,035 Mm.), Gestalt spindelförmig bis umgekehrt kegelförmig, vierkantig bis vierlappig. Grün. Schalenhülle ?. Vorderende mit einer mittleren und vier kranzförmig darum stehenden Geisseln. 1 Augenfleck vorn. Nucleus (?) hinten. Contractile Vacuole ?.

Süss- und Salzwasser. Europa. 2 Arten.

19. Familie Volvocina Ehrbg. emend.

Koloniebildende Phytomastigoda, deren Einzelindividuen bezüglich ihres Baues im Allgemeinen zwischen Chlamydomonas und Haematococcus stehen und stets nur zweigeisselig sind. Zahl der zu Kolonien vereinigten Individuen in den verschiedenen Gattungen sehr verschieden, ebenso wie der Aufbau der Kolonien. Fortpflanzung durch fortgesetzte Theilung sämmtlicher oder nur gewisser Individuen der Kolonie zu Tochterkolonien. Bei einigen (wahrscheinlich wohl allen) tritt zeitweilig Copulation der Individuen bestimmter geschlechtlicher Kolonien auf, ohne oder mit Differenzirung der Kolonien und Gameten in männliche und weibliche. Das

Resultat der Copulation ist eine ruhende Zygote, welche sich später zu einer oder mehreren neuen Kolonien entwickelt.

Gonium O. F. Müller 1773 (6, 11) emend., Ehrbg. (32), Turpin (15), Dujard. (39), Perty (76), Cohn (86) u. (162), Warming (156), Goroshankin (154), Stein (167).

Synon. Volvox p. p. Schrank (8), Pectoralina Bory de Vincent 1824 (Encycl. méthod.), Cryptomonas (Tetrabaena) Dujard. (39), Glenogonium Dies. (121).

T. 44, Fig. 9.

Kolonien aus 4 oder 16, zu einer quadratischen tafelförmigen Gruppe (Seitenlänge bis 0,09 Mm.) zusammengestellten, gleichgerichteten Individuen bestehend. Die Geisseln daher sämmtlich auf einer Seite der Tafel Mit oder ohne eine gallertige Mantelhülle der Kolonien. Fortpflanzung durch gleichzeitigen Zerfall sämmtlicher Kolonialindividuen zu Tochterkolonien. Geschlechtliche Fortpflanzung noch nicht sichergestellt. Dauerzustände der Einzelindividuen beobachtet; zuweilen auch Auflösung der Kolonien in die Einzelindividuen.

2 Arten. Süsswasser. Europa, Nord-Amerika, Nord-Afrika.

Stephanosphaera Cohn 1853 (81), Cohn und Wichura (101).

Synon. Stephonoma Werneck (38).

Kolonien aus 8 Individuen bestehend, die zu einem Ring zusammengeordnet sind. Dieser wird von ansehnlicher kugliger Kolonialhülle (Durchm. = 0,03—0,06 Mm.) umschlossen, so dass er den Aequator derselben bezeichnet. Die Geisseln der Individuen treten in diesem Aequator hervor. Gewöhnliche Vermehrung wie bei Gonium. Dauerzustände beobachtet. Zuweilen Mikrogonidienbildung und in deren Gefolge vielleicht Copulation. Die Mikrogonidien zerstreuen sich und gehen schliesslich in Dauerzustände über.

1 Art. Süsswasser, meist in Regenlachen. Deutschland und Lappland.

Pandorina (Bory de Vincent 1824, Encyclop. méthod.), Ehrbg. 1838 (32), Perty (76), Focke (58), Henfrey p. p. (93), Pringsheim (127), Fromentel (146), Stein (167).

Synon. Volvox O. F. Müller p. p. (12), dto. Schrank p. p. (14). Synaphia Perty (76). Diplodorina Fromentel (146), dto. Parona (Arch. sc. phys. et natur. Bibl. univers. 3. s. T. X).

T. 44, Fig. 8.

Kolonien kuglig bis oval (Durchm. = 0,06—0,09 Mm.), aus meist 16 (seltner 32) Individuen zusammengesetzt, die zu einer kugligen Gruppe, ähnlich Synura, um ein Centrum, sich dicht berührend vereinigt sind. Jedes Individuum besitzt eine besondere Schalenhaut und ausserdem findet sich eine gemeinsame, mehr oder weniger dicke, bis ziemlich starke und dann geschichtete Mantelhülle. Fortpflanzung in gewöhnlicher Weise. Zu gewissen Zeiten Erzeugung geschlechtlicher Kolonien, die sich von den gewöhnlichen nur wenig unterscheiden und deren Individuen nach ihrer Zerstreuung zur Copulation schreiten. Geschlechtliche Differenz der

Gameten kaum angedeutet. Aus der ruhenden Zygote gehen 1 bis mehrere neue Kolonien hervor.

1 sichere Art. Süsswasser. Europa, Nord-Amerika, Ostindien und Nord-Afrika.

Eudorina Ehrbg. 1831 (19) und (32), Carter (105), Pringsheim (127), Goroshankin (154), Bütschli (171), Stein (167).

Synon. Volvox p. p. O. F. Müller (12). Pandorina Henfrey p. p. (93).

Kolonien kuglig bis oval (Durchm. = 0,1—0,15 Mm.), gewöhnlich aus 32, seltner nur aus 16 kugligen bis ovalen beschalten Individuen zusammengesetzt, die sich in regelmässigen und ziemlich weiten Abständen von einander auf der Innenfläche der mässig dicken Kolonialhülle vertheilen und nicht bis ins Centrum der Kolonie reichen. Gewöhnliche Fortpflanzung in bekannter Weise. Zuweilen Auftreten weiblicher und männlicher Kolonien, von welchen die ersteren den gewöhnlichen entsprechend gebaut sind, die letzteren dagegen durch successive Theilung ihrer Zellen Spermatozoënplatten erzeugen, welche die ovoiden Gameten befruchten. Aus der ruhenden Zygote, dem befruchteten Ei, geht eine neue Kolonie hervor.

1 sichere Art. Süsswasser. Europa und Ostindien.

Volvox (L. 1788) emend. Ehrbg. (32), Focke (58), Perty (76), Laurent (62). Williamson (71 u. 78), Busk (77), Cohn (91 u. 147), Carter (106), Kirchner (177), Goroshankin (154), Stein (167).

Synon. Sphaerosira Ehrbg. (32), dto. Perty etc.

T. 45, Fig. 2; T. 46, Fig. 1.

Kolonien kuglig und gross (zwischen 0,2—0,7 Mm.). Zahl der sie zusammensetzenden Zellen gross bis sehr gross (bis 12,000). Dieselben vertheilen sich ähnlich wie bei Eudorina in gleichen Abständen auf der Innenfläche der gemeinsamen, mässig dicken Kolonialhülle und liegen in weitabstehenden besonderen Schalenhüllen, die sich gegenseitig zu hexagonalen Umrissen comprimiren und mit denen der benachbarten Zellen verwachsen. Alle Zellen der Kolonie stehen durch plasmatische Verbindungsfäden in directem Zusammenhang. Die gewöhnliche Fortpflanzung ist auf gewisse Zellen, die sogen. Parthenogonidien, beschränkt, welche durch fortgesetzte Theilung Tochterkolonien erzeugen, die schliesslich aus der Mutter hervorbrechen. Die geschlechtliche Fortpflanzung geschicht durch besondere, zu gewissen Zeiten entstehende Geschlechtskolonien, welche, je nach den Arten entweder getrennt geschlechtlich oder hermaphroditisch sind. Die weiblichen Kolonien und die hermaphroditischen entwickeln eine Anzahl Eizellen, homolog den Parthenogonidien; die männlichen dagegen und ebenso die hermaphroditischen eine Anzahl Spermatozoënbündel. Aus dem befruchteten Ei, der ruhenden Zygote, geht nur ein einziger junger Volvox hervor.

3 Arten. Süsswasser. Europa, Ostindien, Nord-Amerika.

20. Familie Tetramitina Bütschli (non Kent).

Kleine monaxone, zweistrahlige oder etwas asymmetrische Formen von meist länglicher Gestalt und mit fein zugespitztem Schwanzende. Nackt und daher zuweilen auch etwas amöboid. Vorderende entweder mit vier gleichen Geisseln oder von diesen eine beträchtlich länger und nach hinten gerichtet; selten statt dieser hinteren Geissel ein undulirender Saum. Nucleus dicht hinter der Geisselbasis. Ernährung wohl durchaus animalisch, doch deutliche Mundstelle nur selten nachgewiesen.

Collodictyon Carter 1865 (17b).

Synon. Tetramitus p. p. (sulcatus) Stein (167).

T. 45, Fig. 3.

Mässig gross (L. bis 0,035 Mm.), Gestalt vorn etwas verbreitert und quer abgestutzt, nach hinten wenig verschmälert und abgerundet. Wahrscheinlich etwas abgeplattet; über die eine Fläche zieht eine breite Längsfurche hinab. Vorderende mit vier gleich langen aus einem Punkt entspringenden Geisseln (Carter gibt nur drei an). Nucleus und contractile Vacuole im Vorderende. Nahrungsaufnahme sicher. Vermehrung durch Längstheilung.

Süsswasser. Europa und Ostindien. 1 Art.

Tetramitus Perty 1852 (76), Stein (167) p. p., Kent (182).

Synon. ? Chilomonas (Volvox) Ehrbg. (32), Pyramimonas Bütschli (171), Calycine Monad Dallinger und Drysdale (145).

T. 45, Fig. 13.

Klein (L. bis 0,046 Mm.), nackt, farblos. Gestalt etwa oval mit hinterer zugespitzter schwanzartiger Verlängerung. Vorderende quer abgestutzt und mit peristomartiger, an Chilomonas erinnernder Aushöhlung oder mit schiefer bis etwa zur Körpermitte nach hinten ziehender Abstutzung. Vorderende mit vier ziemlich gleichlangen, aus einem Punkt entspringenden Geisseln. Nucleus im Vorderende, contractile Vacuolen gleichfalls; Nahrungsaufnahme sicher, Mundstelle ?. Vermehrung durch Längstheilung. Sporulation ? (Dallinger und Drysdale).

Süsswasser und marin (Bütschli). Europa. 2 Arten.

Monocercomonas Grassi 1882 (siehe auch Künstler 182 und Compt. rend. October 1883).

Synon. ? Cercomonas (hominis) Davaine (88) und andere Autoren, ?Cercomonas (colubrorum) Hammerschmidt (47), Trichomonas (intestinalis) Leuckart (Parasiten des Menschen), Schedoacercomonas Grassi 1879, Bodo p. p. Kent (182), Protomyxomyces Cunningham (183).

Klein (L. bis 0,015 Mm.). Gestalt und Bau sehr ähnlich Tetramitus, von dem sie sich wesentlich nur dadurch unterscheidet, dass ein Peristom nicht ausgebildet, sondern das Vorderende einfach abgerundet ist. Bei einigen Formen wurde jedoch eine Einkerbung dicht neben der Geisselbasis beobachtet, welche vielleicht auf eine hiergelegene Mundöffnung hindeutet. Zugespitzter Schwanz wie bei Trichomonas und Trichomastix,

von welch letzterer sich die hiehergehörigen Formen nur dadurch unterscheiden, dass die vier Geisseln gleich lang sind (die Angaben der Beobachter über die Zahl der Geisseln lauten jedoch etwas schwankend zwischen 1—4, doch scheint alles darauf hinzuweisen, dass die Vierzahl auch hier die normale ist). Nucleus dicht hinter Geisselbasis wie bei den Verwandten gewöhnlich. Contractile Vacuole? Nahrungsaufnahme wahrscheinlich. Zuweilen amöboid werdend und wahrscheinlich zuweilen unter Geisselverlust in ganz sarkodinenartigen Zustand übergehend.

Parasitisch. Mehrere, sehr wenig verschiedene Arten. Darm des Menschen (bei Diarrhoen), der Reptilien (Lacerta [Künstler], Coronella [Grassi], ? Tropidonotus [Hammerschmidt]), verschiedener Insecten (Larven von Gryllotalpa [Grassi], Melolontha [Grassi und Künstler], Hydrophilus [Künstler]).

Trichomonas Donné 1837 (22), Dujardin (39), Perty (76), Scanzoni und Koelliker (89a—b), Hausmann (131), Hennig (133), Stein (167), Kent (182), Grassi (193), Blochmann (Z. f. wiss. Zoologie 40), Künstler (Compt. rend. Ac. sc. 1883, 1. October).

Synon. Cimaenomonas Grassi (193).

T. 46, 11a und c.

Klein (L. bis 0,04), farblos, nackt, Gestalt ziemlich breit spindelförmig, Hinterende gewöhnlich in stachelartigen zugespitzten Schwanzfortsatz ausgezogen. Auch das Vorderende meist etwas zugespitzt. Am Vorderende 3 gleichlange mässige Geisseln und von deren Basis aus zieht ein undulirender Saum verschieden weit über die Bauchseite nach hinten, um sich zuweilen in ein freies Flagellum fortzusetzen. Ueber die Rückseite zieht z. Th. ein zarter Kiel hin. Nucleus dicht hinter der Geisselbasis; contractile Vacule wahrscheinlich fehlend. Nahrungsaufnahme?

Parasitisch. Darm der anuren Amphibien, wahrscheinlich auch im Darm der Mäuse, Ratten, Katzen, Cavia cobaja und Enten (Grassi), Darm von Limax. Scheide der Frauen. Ca. 3 Arten.

Trichomastix Blochmann (Zeitschr. f. wiss. Zoologie 40).

T. 46, Fig. 11b.

Unterscheidet sich wesentlich dadurch von Trichomonas, dass an Stelle des undulirenden Saumes eine ansehnlich lange freie Geissel tritt.

Parasitisch. Europa. Darm von Lacerta.

Hieher gehört vielleicht auch die von Grassi (193) unter dem Namen Heteromita Caviae aus dem Darm von Cavia beschriebene Flagellate.

21. Familie Polymastigina.

Kleine farblose Formen von zweistrahligem oder bilateralem Bau. Gestalt etwa oval mit breiterem oder zugespitztem Hinterende, das sich bei den typischen Formen in zwei Geisseln fortsetzt. Am Vorderende oder den Seiten des Körpers jederseits zwei bis drei Geisseln von gleicher Beschaffenheit. Ernährung animalisch oder vielleicht zum Theil saprophytisch, doch noch wenig festgestellt.

Hexamitus Dujardin 1838 (28) und 39; Bütschli (171), Stein (167), Kent (182), Certes (189).

Synon. ? Chaetomonas (constr.) Ehbg. (32); Heteromita pusilla Perty (76). Amphimonas Diesing (121) p. p., ? Künstler (192) No. 3. Dicercomonas Grassi (193).

T. 46, Fig. 2.

Klein (L. bis 0,03 Mm.), farblos; nackt und häufig ziemlich metabolisch bis nahezu amöboid. Gestalt oval bis länglich; Vorderende abgerundet oder zugespitzt, trägt jederseits zwei dicht zusammenstehende, gleichlange, ansehnliche Geisseln. Hinterende quer abgestutzt oder schwanzartig ausgezogen, trägt zwei lange Geisseln, die gewöhnlich nachgeschleppt werden und häufig zu vorübergehender Befestigung dienen. Nucleus im Vorderende. Contractile Vacuole am Hinterende sich contrahirend. Nahrungsaufnahme am Vorderende. Vermehrung durch Längstheilung.

Süsswasser, Infusionen und parasitisch (Darm von Fröschen und Tritonen, sowie der Auster). Europa. Artenzahl ca. 3.

Megastoma Grassi 1881 und 1882 (193).

Synon. Cercomonas (intestinalis) Lambl (108 u. 109), Dimorphus Grassi (1879, Gazz. med. ital. Lomb.).

T. 46, Fig. 3.

Aehnlich Hexamitus. Gestalt entschieden bilateral, mit hinterem Schwanzanhang, der sich in zwei Geisseln verlängert (L. bis 0,01 Mm.). Vorderhälfte der Bauchseite schief abgestutzt bis ausgehöhlt, ähnlich gewissen Tetramitus. Cuticula? Auf hinterer Hälfte der Bauchseite ein zarter Kiel. Jederseits in Mittelregion des Körpers entspringen mehrere (wahrscheinlich 3) Geisseln. Nucleus und contractile Vacuole?

Parasitisch. Dünndarm verschiedener Mäuse, der Katze und des Menschen.

? Polymastix n. g. Bütschli.

Synon. Trichomonas Grassi (193), s. auch Künstler (192).

Klein (L. bis 0,014 Mm.), oval, mit zugespitztem oder zwei- bis dreilappigem Schwanzende. Das abgerundete Vorderende mit 4 (Grassi) oder 6 (Künstler) ansehnlichen und gleichen Geisseln. Auf der Körperoberfläche bemerkt man eine verschiedene Anzahl dunkler und verschieden langer Striche, die Grassi für trichocystenartige Gebilde zu halten geneigt ist, während sie Künstler für Rippen der Oberfläche erklärt. Bei gewissen Individuen finden sich weiterhin eine verschiedene Zahl geisselartiger Fäden in verschiedener Anordnung auf dem gesammten Körper vertheilt, die nach Künstler eine zitternde Bewegung besitzen sollen, während sie Grassi mit den trichocystenartigen Gebilden in Zusammenhang zu bringen sucht. Künstler dagegen ist zweifelhaft, ob sie nicht etwa nur fremde, dem Körper zufällig anhaftende Gebilde sind. Mundöffnung nach K. dicht hinter der Geisselbasis. Nucleus im vorderen Körperende. Contractile Vacuole? Vermehrung durch Quertheilung wahrscheinlich. 1 Art. Darm der Larve von Melolontha vulgaris, sehr häufig.

22. Familie Trepomonadina Kent.

Farblose, kleine Formen, hauptsächlich dadurch ausgezeichnet, dass die beiden nach vorn gerichteten Geisseln weit von einander getrennt an den Seiten des Körpers entspringen. Siehe die Characteristik der einzigen Gattung.

Trepomonas Dujardin (39), Perty (76), Fromentel (146), Bütschli (171), Stein (167), Kent (182).

Synon. ? Gonium (corrugat.) p. p. O. F. Müller (12), Grymaea Fresenius (102).

T. 45, Fig. 14; T. 46, Fig. 1.

Klein, nackt, farblos (L. bis 0,03 Mm.). Gestalt etwa umgekehrt kegelförmig, Hinterende viel dicker wie das Vorderende. Parallel der Längsaxe abgeplattet. Die beiden Seitenkanten der hinteren Körperhälfte in nach hinten sich erhöhende Flügel ausgewachsen, welche nach entgegengesetzten Seiten gekrümmt sind, so dass die Gesammtgestalt etwa einer Schiffsschraube ähnlich sieht. Vom Vorderende jedes Seitenflügels entspringt eine nach vorn gerichtete Geissel*). Nucleus im Vorderende, contractile Vacuole im Hinterende contrahirt. Vermehrung durch Längstheilung. Nahrungsaufnahme sicher.

Süsswasser und Infusionen. Europa. 1 Art.

23. Familie Cryptomonadina.

Gefärbte oder ungefärbte zweiseitige bis asymmetrische Formen von Mittelgrösse. Ohne eigentliche Cuticula. Meist seitlich comprimirt. 2 mässig lange Geisseln des Vorderendes, dasselbe mehr oder weniger schief abgestutzt, gewöhnlich mit peristomartiger Einsenkung, die sich auf der linke Seite weiter nach hinten hinabzieht und entweder in einen Schlund führt oder dieser fehlend. Theils thierische Ernährung, theils holo-, theils saprophytisch.

Cyathomonas Fromentel 1874 (146) emend., Kent (182).

Synon. ? Monas (urceol.) Perty (76), Monas (truncata) Fresenius (102), Spumella (?) Bütschli (171) p. p. Goniomonas St. (167).

T. 45, Fig. 8.

Klein (L. bis 0,023 Mm.), farblos. Gestalt oval mit schief abgestutztem Vorderende, sehr abgeplattet. Zwei ziemlich gleichlange Geisseln an der vorderen Körperspitze; Nucleus an der längeren Körperseite; ncotractile Vacuole gegenüber im Vorderende. Eine Reihe stark lichtbrechender Körnchen dicht bei und parallel dem vorderen Körperrand. Vermehrung durch Längstheilung.

Infusionen. Europa. 1. Art.

Chilomonas Ehrenberg 1831 (19) und 32, Dujardin (39), Perty (76), Schneider (84), Bütschli (171), Kent (182), Künstler (190).

Synon. ? Cyclidium (nigric.) O. F. Müller (12) p. p., Plagiomastix Dies. (121) p. p., Zygoselmis (nebulosa) Fromentel p. p. (146).

T. 45, Fig. 9.

Gestalt etwa oval (L. bis 0,03 Mm.), von der Seite etwas comprimirt; Vorderende schief abgestutzt und peristomartig ausgehöhlt. An der höheren rechten Lippe der Peristomaushöhlung befestigen sich innen die

*) Stein zeichnet zuweilen noch je eine weitere, am Hinterende jedes Flügels.

beiden mässig langen und gleichen Geisseln. Das Peristom führt in den Mund, der in einen röhrigen, nach hinten etwa bis zur Körpermitte hinabsteigenden Schlund überführt. 1 contractile Vacuole in vorderer Körperspitze dorsalwärts, Kern im hinteren Körperdrittel. Chromatophoren fehlend, dagegen gewöhnlich zahlreiche Amylumkörner dicht unter der Körperoberfläche. Saprophyt.

Infusionen und marin? (Parona). Europa. 1—2 Arten.

Cryptomonas Ehbg. 1831 (19), Perty (76), Fresenius (119), Cienkowsky (134), Strasburger (170), Stein (167), Kent (182), Künstler (190).

Synon. Chilomonas Bütschli (171) p. p., Kent p. p. (182).

T. 45, Fig. 10—11.

Unterscheidet sich von der vorhergehenden Gattung wesentlich nur durch Vorhandensein zweier, die Seitenflächen einnehmender, brauner bis grüner Chromatophorenplatten. Daher lässt sich sogar die generische Trennung von Chilomonas in Frage ziehen. Holophyt.

Süss- und Seewasser. Europa und Aegypten. 1—2 Arten.

Sehr ähnlich Cryptomonas (nicht jedoch Chromulina, wie Brandt meint) scheinen auch die im Meeresauftrieb der Bucht von Neapel häufigen zweigeisseligen Schwärmzellen zu sein, welche Brandt*) geneigt ist, für die beweglichen Zustände der sogenannten gelben Zellen, der bei den Radiolarien (p. 456) besprochnen Zooxanthellen zu halten. Sollte sich diese interessante Beobachtung bestätigen, so würde sich hieraus ergeben, dass parasitische Flagellaten eine sehr wichtige Rolle bei den verschiedensten Meeresthieren spielen, denn die neuerdings sehr erweiterten Beobachtungen haben das Vorkommen solcher Zooxanthellen in früher ungeahnter Verbreitung dargelegt.

Aus Brandt's Mittheilung entnehme ich weiterhin, dass auch die von Cienkowsky**) vor einiger Zeit beschriebne neue Flagellatenform Exuviaella marina, welche er im weissen wie schwarzen Meer häufig beobachtete, der von Brandt beobachteten Form sehr ähnlich ist. Leider hatte ich keine Gelegenheit die Cienkowsky'sche Arbeit selbst zu sehen und bin daher auch ausser Stand, die darin noch weiter beschriebenen zwei neuen marinen Gattungen Daphnidium und Multicilia im System aufzuführen.

Oxyrrhis Dujardin 1841 (39), Kent (182), Blochmann (Zeitschr. f. wiss. Zoologie 40).

Synon. Glyphidium Fresenius (119), Cohn (122).

T. 45, Fig. 12.

Mittelgross (L. bis 0,03 Mm.); Gestalt etwa oval, Hinterende abgerundet; Vorderende in einen rückenständigen, etwas zugespitzten Fortsatz verlängert; an der Basis desselben linksseitig eine ziemlich weit nach hinten ausgedehnte Grube, an deren dorsalem Rand, und zwar an einem zahnartigen Vorsprung die beiden ziemlich gleich langen Geisseln entspringen. In der Ruhelage biegen sich die Geisseln nach hinten durch die Grube zurück und treten vorn aus derselben wieder hervor. Nucleus

*) Ueber die morph. und physiol. Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren. Mittheil. der zoolog. Station zu Neapel. 4. Bd. p. 192.

**) Bericht über die Excursion nach dem weissen Meer. Arbeit. der Petersb. Naturf. Gesellsch. 12. Bd. 1881.

etwa in der Körpermitte; contractile Vacuole wahrscheinlich fehlend. Bewegung stets mit dem Hinterende voran. Mundstelle an der Geisselbasis. Nahrungsaufnahme sicher. Vermehrung durch Quertheilung.

Marin. 1 Art.

8. Physiologisch - Biologisches.

A. Bewegungserscheinungen.

Die bei den Flagellaten zu beobachtenden Bewegungsvorgänge sind dreierlei Art: 1) die amöboide Bewegung, 2) die Bewegung durch Geisseln, 3) die Contractionsbewegungen des Körpers oder die Metabolie, an welche sich auch diejenigen Fälle anschliessen, wo die Contractionserscheinungen nur auf gewisse Körpertheile oder Regionen beschränkt sind und 4) Strömungsbewegungen des Körperplasmas. Wie wir aus Früherem schon zur Genüge wissen, treten diese Bewegungsformen nicht selten bei einer und derselben Flagellate combinirt oder abwechselnd auf, wie dies ja auch schon daraus hervorgeht, dass die Geisselbewegung sämmtlichen in gewissen Lebensepochen eigen ist und, wie wir früher schon betont haben, gerade die Hauptepoche des Lebens bezeichnet. Sehr zahlreiche Formen zeigen ausser der Geisselbewegung keine andere, während nicht wenige der einfacheren auch dauernd oder doch zu gewissen Zeiten amöboid beweglich sind. Da diese Fälle schon (p. 659 ff.) etwas genauer besprochen wurden und die allgemeine Natur dieser Bewegungsvorgänge ja aus früheren Abschnitten hinreichend bekannt ist, brauchen wir sie an dieser Stelle nicht nochmals zu erläutern. Zahlreiche Euglenoidinen, speciell die Eugleninen, sowie ein Theil der Astasiinen und Menoidinen, endlich die beiden zu den Monadinen gehörigen Gattungen Bicosoeca und Dinobryon besitzen neben der Geisselbewegung noch das Vermögen contractiver Gestaltsveränderungen, welche, wenn hinreichend energisch, auch einen Ortswechsel hervorrufen können, der sich dann gewöhnlich in kriechender Weise vollzieht.

Da diese Formen auch häufig ihre Geisseln abwerfen, so begegnet man ihnen zeitweise ausschliesslich in solcher Bewegung.

1) Contractionsbewegung des Körpers oder sog. Metabolie. Aus der schon oben angedeuteten Verbreitung dieser Bewegungsform ergibt sich, dass dieselbe in besonderer Entwicklung denjenigen Flagellaten zukommt, welche eine deutliche Cuticula besitzen oder bei welchen das Vorhandensein einer solchen doch sehr wahrscheinlich, wenn auch zur Zeit noch nicht erwiesen ist. Wir dürfen daher auch wohl einen Zusammenhang zwischen dieser Bewegungsform und der Anwesenheit einer Cuticula vermuthen und diese Annahme wird noch dadurch bestärkt, dass die Protozoën, welche hinsichtlich ihrer Bewegungserscheinungen die grösste Analogie mit der Metabolie der Flagellaten zeigen, die Gregariniden nämlich, auch eine wohl entwickelte Cuticula besitzen.

Die hiehergehörigen Bewegungserscheinungen sind nun im Wesentlichen Körpercontractionen, welche viel Aehnlichkeit mit der Contraction der Muskelzellen zeigen. Entweder kann sich nämlich der gesammte Körper in seiner Längsaxe mehr oder weniger energisch zusammenziehen und verkürzen, wie sich z. B. eine langgestreckt nadelförmige Astasiopsis (T. 47, Fig. 4b—c) zu einem nahezu kugligen Körper zusammenzieht — ein weniger langer Urceolus (T. 47, Fig. 5a—b) dagegen zu einem flachen kreiselförmigen Gebilde wird — oder der Contractionsvorgang erstreckt sich zunächst nur über einen Theil der Körperlänge, so dass dieser sich verkürzt und entsprechend verbreitert und der Körper dann zu einem ringförmigen Querwulst aufgeschwollen erscheint (T. 48, Fig. 10b und 9a—b). Ein derartiger Contractionsprocess schreitet nun aber gewöhnlich über den Körper nach dem Vorder- oder Hinterende zu fort, wie solches ja auch bei den Muskelzellen hinreichend bekannt ist, und zuweilen erhebt sich schon wieder eine neue Contractionswelle, bevor die erste das Körperende erreichte. Dass sich auch hierbei der Gesammtkörper mehr oder weniger erheblich verkürzt, ist klar. Hiermit ist denn das Wesen dieser Contractionen oder dieser Metabolie in der Hauptsache geschildert; es bedarf nur noch einiger ergänzender Worte, um gewisse Modalitäten zu erläutern. Nicht immer umgreifen die lokalen Contractionen den Körper so regelmässig ringförmig, sondern sie geschehen manchmal nur einseitig, woraus natürlich eine Biegung oder Krümmung des Körpers nach dieser Seite folgt (speciell die eigentlichen Euglenen zeigen in ihren beweglicheren Formen solche Biegungen nicht selten). Da sich nun auch mehrere lokale Contractionen in verschiedener Weise zu combiniren vermögen, so resultirt hieraus zuweilen eine ziemlich unregelmässige Configuration des Körpers, welche jedoch gewöhnlich rasch wechselt, da ja die lokalen Contractionen selbst nicht dauernd sind, sondern weiter schreiten.

Wie bemerkt, ist der Ausbildungsgrad dieses Contractionsvermögens sehr verschieden, ja wir finden sogar bei einer und derselben Gattung (Euglena) sehr erhebliche Unterschiede in dieser Hinsicht. Während gewisse Formen recht energische Contractionen in der geschilderten Weise ausführen, beschränken sich andere auf halbmondförmige oder schlängelnde Krümmungen (E. Spirogyra), ja bei einigen ist nur das Vorder- und Hinterende zu solchen Krümmungen geneigt (E. oxyuris und tripteris), und endlich gibt es auch Arten, welche lange Zeit gar keine Contractionen ausführen und dann ganz starr erscheinen (E. acus häufig).

Viele der Formen jedoch, welche lange Zeit nur schwache Krümmungscontractionen zeigen, vermögen sich dennoch zu gewissen Zeiten gänzlich zusammenzuziehen.

Eigenthümlich erscheinen noch zwei Arten der Contraction, welche speciell bei gewissen Euglenen nicht selten zu beobachten sind und die nur unter besonderen Modificationen des Contractionsprocesses zu Stande

kommen können. Die eine besteht in einer Abplattung des für gewöhnlich meist drehrunden Körpers parallel der Längsaxe zu bandförmiger Gestalt und ist besonders bei Euglena deses, jedoch auch bei Astasiopsis contorta beobachtet worden. Eine solche Abplattung setzt Contractionsvorgänge voraus, die senkrecht zu der Richtung der seither betrachteten geschehen; vielleicht lässt sie sich jedoch auch so erklären, dass die Contraction in der Längsrichtung geschieht, sich jedoch nur auf eine Mittelebene des Körpers beschränkt, denn der Erfolg eines solchen Vorganges wäre eine Verbreiterung und Verkürzung des Körpers, ohne Dickenzunahme in den übrigen Radialebnen, also die Annahme einer abgeplatteten Form.

Noch seltsamer erscheint die spiralige Contraction oder, richtiger gesagt, die schraubige, wie sie sich nicht selten bei gewissen Euglenen (oxyuris und Spirogyra namentlich), jedoch auch bei der Astasiopsis contorta findet (T. 47, 4a). Der Körper wird hierbei schraubig tordirt; die Schraubenumgänge sind natürlich meist recht steil und verlaufen in nur wenigen Windungen über den Körper. Seltsamer Weise findet sich eine solche Körpertorsion gelegentlich auch bei Bodo angustatus (T. 46, 6b). Stets scheint aber diese Torsion nicht rasch einzutreten und zu schwinden, wie die übrigen Contractionserscheinungen, sondern längere Zeit zu beharren. Bei gewissen, sehr wenig metabolischen Formen, wie Euglena tripteris ist sie sogar zur bleibenden Gestaltung geworden und dasselbe gilt von Phacus longicauda, für welchen Stein wohl irrig annimmt, dass die Zusammendrehung gelegentlich wieder rückgebildet werden könne. Eine schraubige Contraction kann nun meiner Ansicht nach nur derart zu Stande kommen, dass eine einseitige Contraction in der gesammten Ausdehnung des Körpers stattfindet, jedoch nicht längs einer geraden Linie, wie diejenige, welche einfache Einkrümmung verursacht, sondern längs einer die Körperaxe umziehenden Schraubenlinie. Wir werden gleich sehen, dass ein solcher Vorgang der Contraction höchst wahrscheinlich auch bei dem Zustandekommen der Geisselbewegungen eine sehr wichtige Rolle spielt und daher seine directe Wahrnehmung an dem Körper gewisser Flagellaten recht bedeutsam erscheint.

Es fragt sich noch, wie mit Hülfe der geschilderten Contractionsvorgänge eine Ortsbewegung zu Stande kommen kann, wie sie thatsächlich bei kriechenden geissellosen Euglenen etc. häufig beobachtet wird. Da nun ein Ortswechsel unter solchen Umständen nur auf einer Unterlage geschieht, so dürfen wir hieraus wohl schliessen, dass er einfach darauf beruht, dass bei der wechselnden Streckung und Verkürzung des Körpers eine abwechselnde leichte Anheftung oder Anstemmung des Hinter- und Vorderendes eintritt und der Körper so nach Art der Spannerraupe den Ort wechselt.

Noch ist die Frage kurz zu beantworten, wann hauptsächlich diese Contractionsbewegungen der Euglenoidinen eintreten; hierauf lässt sich

zunächst erwidern, hauptsächlich dann, wenn Bewegung mittels der Geissel unmöglich ist, sei es, dass dieselbe verloren gegangen oder durch Zusatz schädlicher Substanzen unwirksam gemacht wurde, oder dass Druck, Wassermangel etc. ein freies Schwimmen verhindern. Während des freien Schwimmens dagegen unterbleiben solche Contractionen gewöhnlich, der Körper verharrt im gestreckten Zustand. Nur wenige Formen, so z. B. Eutreptia, zeigen auch dann häufig lebhafte Contractionen; im Allgemeinen müssen wir solche Contractionen als unvortheilhaft für die freie Schwimmbewegung erachten. Bei Formen wie Peranema dagegen, welche sich auch mit Hülfe der Geisselbewegung nur auf einer Unterlage gleitend vorwärts schieben, treten auch während dieser Bewegung nicht selten Contractionen ein und dienen dann manchmal zur Aenderung der Bewegungsrichtung.

Schliesslich wäre die Frage noch zu lösen, wo wir den eigentlichen Sitz der besprochenen Contractionserscheinungen zu suchen haben. Schon früher bemerkte ich (p. 678—679), es sei sehr unwahrscheinlich, dass etwa die Cuticula, wie dies früher und noch von Stein geschah, der Sitz der Contractilität sei. Speciell die spiralige Streifung derselben, welche Stein mit den sogen. Muskelstreifen der Ciliata vergleicht, kann nicht in dieser Weise gedeutet werden. Auch Klebs ist geneigt, der Cuticula der Euglenoidinen Contractilität zuzuschreiben. Wie gesagt, halte ich dies für sehr unwahrscheinlich, hauptsächlich desshalb, weil die Contractilität in dieser Gruppe im Allgemeinen mit der stärkeren Ausbildung der Cuticula abnimmt. Es stände nun zunächst nichts im Wege, das gesammte Plasma als Sitz der Contractilität zu betrachten, doch spricht dagegen die Erfahrung, dass sowohl bei anderen Protozoën wie bei zahlreichen contractilen Zellen der Metazoën die Contractilität gewöhnlich auf eine peripherische, mehr oder weniger modificirte Plasmaschicht lokalisirt ist, und weiter, dass mit der Voraussetzung einer ähnlichen Beschaffenheit bei den Flagellaten die besonderen Vorgänge ihres Contractionsprocesses besser harmoniren. Bis jetzt mangelt jedoch bei den Flagellaten der sichere Nachweis einer derartigen Schicht. Doch halte ich ihre Nichtexistenz noch für unbewiesen, da die Beobachtung bei diesen kleinen Wesen mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen hat.

Ich vermuthe daher, dass auch bei den durch Metabolie ausgezeichneten Flagellaten eine peripherische Plasmaschicht existirt, die sich durch einen besonderen, regelmässigen Bau ihres Plasmanetzwerkes auszeichnet, wie wir dies auch bei dem contractilen Noctilucatentakel finden werden. Eine besondere Anordnung des Plasmanetzwerkes ist ferner das Bedingende für die sog. Muskelstreifen der Infusorien und schliesslich ebenso für die contractile Substanz der Muskelzellen, worin ich Heitzmann beistimme.

2) Die Bewegung durch Geisseln. Bei der Besprechung dieser Erscheinungen sind zunächst auseinander zu halten, die Be-

wegungsvorgänge der Geisseln an und für sich und dann die durch dieselben bewirkten Ortsbewegungen der Flagellaten.

Hinsichtlich der Eigenbewegungen der Geisseln ist zu betonen, dass dieselben ziemlich mannigfaltig sind, wenn auch ihre schärfere Verfolgung wohl eine principielle Uebereinstimmung verrathen wird. Im Allgemeinen ergibt sich, dass die Geisseln durchaus nicht stets in Bewegung sind, sondern dass sie auch Ruheperioden verschiedener Länge zeigen können. Das Verhalten der verschiedenen Flagellaten ist in dieser Hinsicht wesentlich different; während die einen durch die nur selten pausirenden Geisselbewegungen in rastloser Ortsveränderung erscheinen, stehen andere häufig längere Zeit still. Während der Ruhe zeigen die Geisseln häufig eine ziemlich gestreckte, nicht selten jedoch etwas gebogene Gestalt und erscheinen ziemlich steif. Plötzlich beginnt dann wiederum ihre Bewegung*). Einmal sind es peitschenförmige Schlag-Bewegungen der Geissel in ihrer ganzen Länge, welche speciell an längeren Geisseln nicht selten zu beobachten sind. Dabei bleibt die Geissel entweder ziemlich gestreckt, oder krümmt sich doch nur wenig, oder es treten mehr oder minder unregelmässige schlängelnde Biegungen auf, welche sich wieder mehr ausgleichen, wenn sich die Geissel nach dem Schlag wieder streckt. Wahrscheinlich ist es, dass auch diese Schlängelungen peitschender Geisseln häufig auf unregelmässiger schraubiger Zusammenziehung beruhen, d. h. dass die Schlängelung nicht in einer Ebene geschieht. Wenn solche Schläge mit einiger Energie erfolgen, bringen sie natürlich auch eine Ortsveränderung des Körpers zuwege, derselbe wird ruckweise durch den Widerstand, welchen die schlagende Geissel am umgebenden Wasser findet, auf die Seite geschleudert, oder doch die Richtung seiner Längsaxe geändert. Gleichzeitig können derartige Schlagbewegungen natürlich auch dazu beitragen, einen Nahrungskörper der Mundstelle zuzuführen. Eine wirkliche Schwimmbewegung wird jedoch durch solche Geisselschläge gewöhnlich nicht hervorgebracht, sie erfolgen daher auch gewöhnlich während der Ruhe der Flagellaten, und namentlich bei festgehefteten Formen beobachtet man sie häufig, wo sie dann mit der Nahrungsaufnahme speciell in Beziehung stehen. Auch schwimmende Formen bedienen sich der Schläge zuweilen, um eine Veränderung der Schwimmrichtung herbeizuführen und unter Umständen sind bei mehr-

*) Pfeffer (Unters. aus d. botan. Instit. Tübingen I. p. 444) macht darauf aufmerksam, dass die Geisseln von Chlamydomonas in verschiedner Weise gereizt werden können. Auf mechanischen Reiz, so beim Anstossen der Geisseln an einen festen Körper, erfolgt ein plötzliches Strecken derselben, wodurch ein Rückprallen der Flagellate erzeugt wird, das häufig auch mit einer Veränderung der Richtung der Hauptaxe verbunden ist, welche bewirken kann, dass die Flagellate das Hinderniss allmählich umgeht. In gleicher Weise, wie ein mechanischer Reiz wirkt jedoch auch eine Berührung der Geisseln mit concentrirteren Lösungen und die Beobachtung lehrt ferner, dass ähnliche Streckungen der Geisseln auch ohne äussere Veranlassung, also durch innere Reize veranlasst, eintreten können.

geisseligen Formen gewisse Geiseln, wie es scheint, speciell mit dieser Aufgabe betraut und haben dann auch vorzugsweise oder ausschliesslich diese Bewegungsform.

Eine solche Aufgabe besitzt nämlich die hintere sogen. Schleppgeissel der Heteromastigoda, das sog. Gubernaculum James-Clark's. Dieselbe wird während des Schwimmens gewöhnlich einfach nachgeschleppt, bis sie plötzlich einmal in Wirksamkeit tritt und durch schlagende Bewegungen die Schwimmrichtung ändert, oder sich mit ihrem Ende festhefet und nun ähnliche schlagende Bewegungen ausführt, wobei natürlich der Körper unregelmässig hin- und hergeschleudert, respect. auch zurückgezogen wird, wenn sich die Geissel hierbei gleichzeitig in Schlängelungen legt. In letzterem Falle machen die Bewegungen der Schleppgeissel ganz den Eindruck der Contraction, ähnlich der des Vorticellen-Stielmuskels und ohne es ganz allgemein beweisen zu können, halte ich es doch für sehr wahrscheinlich, dass sich eine solche Schleppgeissel bei ihrer Contraction auch nicht etwa einfach schlängelt, sondern in Schraubenwindungen zusammenzieht, welche nur wegen ihres geringen Durchmessers für Schlängelungen in einer Ebene gehalten werden. Dass sich dies wirklich so verhält, lässt sich durch gewisse Erfahrungen und Betrachtungen sehr wahrscheinlich machen. Einmal fällt es auf, dass die Schleppgeissel auch im Ruhezustand nicht einfach gerade gestreckt erscheint, sondern gewöhnlich einige sehr flache Biegungen aufweist, ähnlich wie der Stielmuskel der Vorticellen sehr flach schraubig gewunden ist. Daher ist es wahrscheinlich, dass sich auch im ruhenden Zustand gewöhnlich schon eine schwachschraubige Drehung der Geissel findet, welche während der Contraction deutlicher hervortritt. Dass dem so sei, d. h. dass die Geissel sich bei der Contraction schraubig rollt, ist in einigen Fällen direct zu beobachten. So an den beiden nach hinten gerichteten Geisseln von Dallingeria (T. 46, Fig. 12a—b), die sich wie das sogen. Gubernaculum der Heteromastigoda verhalten und sich bei ihrer Contraction deutlich zu einer Schraubenlinie zusammenziehen. Dallingeria setzt sich nämlich häufig mit diesen beiden Geisseln fest und macht nun mittels ihrer Contraction Schnellbewegungen. Entsprechend verhält sich auch Bodo saltans, der sich häufig mit der Schleppgeissel anheftet und nun durch deren Contractionen hin- und hergeschnellt wird. Dass sich auch hierbei die hintere Geissel schraubig contrahirt, geht aus den Beobachtungen Dallinger's und Drysdale's hervor und ich vermag dies zu bestätigen. Weiter unten wird zu zeigen sein, dass schraubige Contractionen nicht auf die Schleppgeisseln beschränkt, sondern wohl allgemein verbreitet sind.

Was nun die feineren Vorgänge bei der peitschenden Bewegung der Geisseln betrifft, so haben wir daran festzuhalten, dass der Sitz der Geisselbewegung jedenfalls in diesen Bewegungsorganen selbst zu suchen ist und weiter, dass es Contractionen des Geisselplasmas sind, welche diese Erscheinung hervorrufen. Erfolgt eine solche Contraction einseitig

längs einer der Geisselaxe parallelen oberflächlichen Linie, so krümmt sich die Geissel natürlich nach dieser Seite, erfolgt eine ähnliche Contraction im basalen Abschnitt der Geissel und ist gleichzeitig der übrige Theil der Geissel schlaff, so wird derselbe hierbei mehr oder minder unregelmässige peitschenartige Schlängelungen ausführen können. Wahrscheinlicher ist es jedoch vielfach und für die oben speciell angeführten Fälle sicher, dass diese scheinbaren Schlängelungen einer schraubigen Contraction der Geissel den Ursprung verdanken. Eine schraubige Contraction aber kann nur dadurch zu Stande kommen, dass die Contractionslinie der Geissel selbst einen schraubenförmigen Verlauf nimmt, werde dies nun dadurch bewirkt, dass auch die scheinbar gestreckte Geissel ganz flach schraubig tordirt ist, oder dass an der nicht tordirten Geissel die Contractionslinie schraubig verläuft. Jedenfalls scheint es nämlich sicher, dass wir diesen Geisseln nicht eine scharf vorgezeichnete und constante Contractionslinie zuschreiben dürfen, denn die Erfahrung lehrt, dass sie sich zuweilen in wenige und längere, andere Male dagegen auch wieder in zahlreichere und demnach auch kürzere Wellen oder Schraubenwindungen zu contrahiren vermögen, was eben nur möglich ist, wenn die Contractionslinie einen wechselnden Verlauf nimmt.

Wir gelangen nun zu der eigentlichen Schwimmbewegung der Flagellaten mit Hülfe der Geisseln. Es dürfte sich empfehlen, die Betrachtung mit der Besprechung der Totalbewegung schwimmender Flagellaten zu beginnen und dieser erst eine Analyse der Geisselbewegungen folgen zu lassen, da die letzteren gewöhnlich so rasch geschehen, dass ihre directe Beobachtung bis jetzt kaum glückte und im Allgemeinen nur von einer welligen oder schraubigen, zuweilen auch rasch pendelnden Bewegung die Rede ist. Die durch die Geisseln verursachten Schwimmbewegungen geschehen fast durchaus so, dass das die Geisseln tragende Ende vorausgeht. Nur eine einzige Ausnahme von dieser Regel ist bekannt, die Gattung Oxyrrhis nämlich, bei welcher zwar die Geisseln nahe der Körpermitte entspringen, deren Bewegungen aber sicher so erfolgen, dass die Geisseln nach hinten gerichtet sind, während sonst die Haltung der Geisseln bei der Bewegung stets eine nach vorn gerichtete ist.

Durch diese Eigenthümlichkeit unterscheiden sich die Bewegungen der Flagellaten sehr wesentlich von denen der ebenfalls mit Geisseln ausgerüsteten thierischen Spermatozoën, bei welchen die Geissel stets nach hinten gerichtet ist. Nur wenige Beobachter wollen gelegentlich auch ein Rückwärtsschwimmen gewisser Flagellaten wahrgenommen haben und es ist auch keineswegs unwahrscheinlich, dass solches, ähnlich wie bei den pflanzlichen Zoosporen, unter gewissen Umständen geschieht, namentlich dann, wenn sich der Vorwärtsbewegung ein Hinderniss in den Weg stellt. Immerhin kann dieser Fall jedoch nur sehr selten eintreten, da er nur wenige Male speciell erwähnt wird. So bezeichnet Perty Cryptomonas als eine Form, welche sich häufig nach

rückwärts bewege und Cohn (1850) findet, dass Haematococcus sich ebensowohl vor- wie rückwärts zu bewegen vermöge, doch ist auch bei dieser Gattung die Vorwärtsbewegung der gewöhnliche Vorgang.

Seltsam abweichend verhält sich nach Stein in ihren Schwimmbewegungen noch die Gattung Nephroselmis; der Körper dieser zu den zweigeisseligen Isomastigoden gehörigen Form besitzt bekanntlich eine die Längsaxe übertreffende Breitenaxe und bewegt sich dementsprechend auch in der Richtung dieser längeren Axe, also senkrecht zu der gewöhnlichen Richtung der Isomastigoden. Es steht dies jedenfalls im Zusammenhang mit der auffallenden Form jenes Wesens, welche diese Bewegungsrichtung zu der vortheilhafteren macht, da in ihr der Körper dem geringsten Widerstand begegnet.

Die Schwimmbewegungen geschehen nun entweder ganz frei im Wasser und sind dann stets mit Rotation um die Längsaxe verknüpft, oder sie sind mehr Gleitbewegungen auf einer Unterlage, wie sie speciell gewisse Euglenoidinen (Peranema, Petalomonas, auch die Astasiinen z. Th.) darbieten und dann fehlt die Rotation um die Axe. Ganz scharf dürften sich diese beiden Bewegungsarten nicht trennen lassen, da auch Formen mit erst erwähnter Bewegungsweise, bei gelegentlichem Fortgleiten auf einer Unterlage wohl die zweite Bewegungsart annehmen können und das Umgekehrte wohl auch gelegentlich für die gleitenden Formen gilt. Immerhin ist bei den Letzteren die Körpergestaltung der Bewegungsart fast stets mehr oder weniger angepasst, indem eine abgeflachte Kriech- oder Bauchfläche ausgebildet und der Körper überhaupt abgeplattet ist. Sehr gewöhnlich sind derartige Formen auch mit dem schon geschildertem Steuerapparat in Gestalt einer Schleppgeissel versehen. Wie schon angedeutet wurde, geschehen solche Gleitbewegungen relativ langsamer wie die freien Schwimmbewegungen.

Letztere erfolgen entweder in ziemlich geraden oder auch in mehr oder weniger gebogenen Linien, ja gewisse Formen beschreiben sogar zuweilen ziemlich enge Kreise (Chilomonas, Cyathomonas); jedenfalls herrscht jedoch in dieser Hinsicht sogar bei einer und derselben Form keine völlige Constanz. Natürlich erfolgt die Vorwärtsbewegung in der beschriebenen Weise nicht gleichmässig fortdauernd, sondern es wechselt die Bewegungsrichtung früher oder später, sei dies nun durch eine äussere Ursache, ein Hinderniss oder dergleichen verursacht, oder durch eine innere Ursache bedingt. Die Mannigfaltigkeit in den Schwimmbewegungen wird durch die geringere oder grössere Häufigkeit, mit welcher ein solcher Wechsel eintritt, hervorgerufen. Nicht wenige Formen beharren ziemlich lange in der einmal eingeschlagenen Bahn, speciell gilt dies für zahlreiche Chlamydomonadinen und verwandte Isomastigoden, auch die Eugleninen im Allgemeinen; wogegen bei Anderen ein häufiger Wechsel stattfindet und die Bewegung dadurch eine unstete hin- und herschiessende bis flatternde wird.

Wie bemerkt, erfolgen die freien Schwimmbewegungen stets unter Rotation des Körpers um seine Längsaxe, doch ist bei den Flagellaten der genauere Vorgang dieser Rotation leider noch wenig erforscht worden. Sowohl die Beobachtungen an den pflanzlichen Zoosporen jedoch, wie allgemein theoretische Betrachtungen über das Zustandekommen der Schwimmbewegung machen es unabweisbar, dass diese Rotation für eine bestimmte Art gewöhnlich constant in einer Richtung geschieht, und dass sie in umgekehrter Richtung erfolgt, wenn die Bewegung nach rückwärts stattfindet. Cohn gibt zwar für Haematococcus an, dass die Drehung auch abwechselnd nach rechts und links erfolgen könne*). Auch Klebs bemerkt, dass die Rotationsrichtung bei den Euglenen nicht immer constant sei; selbst wenn dies so zu verstehen wäre, was aus dem Satz nicht folgt, dass bei einem und demselben Wesen die Drehungsrichtung wechsle, so lässt sich dies doch durch die später zu erwähnende theoretische Darstellung begreifen, wenn nur die Rotationsrichtung nicht plötzlich wechselt, was gegen unsere und wohl jede Erklärung der Schwimmbewegung mittels der Geisseln spräche.

Wir besprachen seither nur solche Fälle, bei welchen die Rotationsaxe mit der Körperaxe und gleichzeitig auch der Bewegungslinie zusammenfällt. Nun gibt es jedoch auch Beispiele, wo dies nicht der Fall ist. So geschieht die Rotation nach Klebs bei den Euglenen so, dass der Körper hierbei um die Axe der Bewegungsbahn kreist und hierbei das vordere Körperende einen weiteren, das hintere einen engeren Kreis, oder, streng genommen, jedes eine entsprechende Schraubenlinie beschreibt. Demnach bewegt sich also die Euglena in einer Schraubenlinie um die ideale Axe ihrer Bahn. Dasselbe gilt sicherlich auch noch für weitere Flagellaten und wurde auch schon von Perty im Allgemeinen für dieselben angegeben; auch Cohn schilderte für Haematococcus eine solche schraubige Bewegung um die Idealaxe der Bahn, wenngleich die von ihm gegebene Analyse der Bewegungen dieser Flagellate etwas unverständlich ist.

Wenn wir es nun versuchen, uns eine Vorstellung von den wirksamen Geisselbewegungen zu machen, welche jene geschilderten Schwimmbewegungen hervorzurufen im Stande sind, so wenden wir uns vielleicht zunächst am Besten zu den ersterwähnten Gleitbewegungen, da sich bei diesen noch am ehesten die Thätigkeit der Geissel selbst beobachten lässt. Bei den grösseren Heteromastigoden, sowie den Gattungen Peranema und Petalomonas beobachtet man nun, dass während des Gleitens gewöhnlich nur ein verhältnissmässig kleiner Theil der Geissel bewegt wird, nämlich nur deren Ende und zwar sieht man dieses anscheinend in rascher Schlängelung begriffen. Genauere Beobachtung lehrt, dass diese Schlängelung dadurch hervorgerufen wird, dass ziemlich kurze Wellen

*) A. Braun dagegen (70) will bei Haematococcus stets Linksdrehung beobachtet haben.

rasch über das Ende der Geissel verlaufen. Dieselben Bewegungsvorgänge vollziehen sich nun sicherlich auch an den Geisseln der freischwimmenden, in rascher Bewegung begriffenen Formen. Wenngleich dies meist nicht direct zu beobachten ist, so folgt es doch wohl sicher daraus, dass bei verlangsamter Bewegung häufig genug die über die Geisseln hinziehenden Wellen wahrzunehmen sind und weiterhin daraus, dass bei rascher Tödtung der Flagellaten die Geisseln sehr gewöhnlich in wellig geschlängelter Beschaffenheit absterben. Zum Unterschied von den ersterwähnten Gleitbewegungen ist in diesen häufigeren Fällen jedoch zu beobachten, dass die Geisseln in ihrer gesammten Länge in Wellenbewegung begriffen sind. Es tritt zuweilen statt der Wellenbewegung auch ein rasches Hin- und Herschwingen der Geisseln auf, eine Bewegungsform, welche aber meiner Ansicht nach, nur als eine besondere Art der erstgedachten betrachtet werden muss und zwar als deren einfachste Art, wo nämlich die Länge der Wellen die der Geissel übertrifft, so dass letztere stets nur einen Theil einer Wellenlinie beschreibt. Die wichtigste Frage bei der Erklärung der Ortsbewegung unserer Flagellaten durch die Wirkung der Geisseln ist nun aber die, ob die geschilderte Wellenbewegung wirklich eine solche ist, oder nur eine scheinbare, d. h. ob sie nicht in Wahrheit darauf beruhe, dass die Geissel sich in einer Schraubenlinie bewegt, d. h. successive die aufeinanderfolgenden Stellungen einnimmt, welche eine in Rotation um ihrer Axe befindliche Schraubenlinie einnehmen würde.

Es ist klar, dass die optische Erscheinung einer solchen rotirenden Schraubenlinie sich unter dem Bild von über die Geissel fortschreitenden Wellen darstellen würde, so dass also in der scheinbaren Wellenbewegung der Geisseln an sich kein Widerspruch gegen eine derartige Auffassung liegt. Mancherlei spricht jedoch dafür, dass die Sache sich thatsächlich so verhält. Zunächst ist hervorzuheben, dass ich häufig bei der Beobachtung direct den Eindruck hatte, dass die Bewegung eine schraubenförmige sei und dies auch schon 1878 gelegentlich aussprach. Auch bei anderen Beobachtern rief die Sache wohl die gleiche Vorstellung hervor; so sagt Hofmeister*) direct, dass die pflanzlichen Zoosporen sich durch schraubenlinige Bewegungen ihrer Geisseln bewegten. Auch Hensen**) gibt zu, dass die durch vorderständige Geisseln bewirkte Vorwärtsbewegung wohl auf schraubige Bewegungen der Geisseln zurückzuführen sei. Weiterhin können wir zur Unterstützung unserer Ansicht auf die schon oben aufgeführten Fälle hinweisen, welche zeigten, dass sich die Geisseln bei energischer Contraction gewöhnlich in einer Schraubenlinie zusammenziehen und ich betone bei dieser Gelegenheit nochmals, dass mir der eigenthümlich schwach bogig geschlungene Verlauf, welchen zahlreiche Geisseln im Ruhezustand zeigen, ganz den Eindruck einer sehr flachen

*) Handbuch der physiologischen Botanik, Bd. I, p. 29.

**) Physiologie der Zeugung

Schraubenlinie macht. Zu diesen Belegen gesellt sich nun noch ein weiterer, der mir ganz besonders wichtig erscheint. Wie schon bei früherer Gelegenheit (p. 123) mitgetheilt wurde, zeigt die sog. Amoeba radiosa häufig schwach schwingende Bewegungen ihrer Pseudopodienenden. Diese Bewegungen geschehen hier so langsam, dass eine genauere Beobachtung ihres Verlaufes möglich ist, und diese zeigt dann auch ganz deutlich, dass es sich nicht um einfach pendelnde, sondern um schraubig rotirende Bewegungen der Pseudopodien handelt. Dass solche vorliegen, geht z. B. sicher aus dem Fall hervor, wo das Ende des Pseudopodiums schlingenförmig umgebogen war und nun bei den Bewegungen der Geissel deutlichst rotirte.

Fragen wir uns nun, wie eine schraubige Rotationsbewegung der Geissel zu Stande kommen kann, so ergibt sich, wenn wir die morphologische Natur der Geissel berücksichtigen, dass diese Bewegung nicht wohl anders geschehen kann, als dass die an der Geissel schraubig verlaufende Contractionslinie eine veränderliche ist, d. h. dass sie sich im Verlauf einer Rotationsbewegung der Geissel einmal um dieselbe herumbewegt. Eine Ueberlegung dessen, was geschehen muss, wenn die Contraction der Geissel längs einer Schraubenlinie geschieht, die in fortdauernder Rotation um die Geisselaxe begriffen ist, ergibt leicht, dass die Geissel dann successive alle die Lagen einnehmen muss, welche eine entsprechend rotirende Schraubenlinie allmählich einnimmt. Ein scheinbares Hin- und Herpendeln der Geissel wird unter diesen Umständen dann eintreten, wenn dieselbe bei dieser Contraction etwa nur die Hälfte einer Schraubenwindung darstellt — das Bild mehr oder minder zahlreicher Wellen dagegen, welche über die Geissel hineilen, wenn die contrahirte Geissel sich in mehrere Schraubenwindungen legt. Unter Voraussetzung solcher rotirender Schraubenbewegungen der Geisseln erklären sich nun die Bewegungen des Flagellatenkörpers ziemlich einfach. Eine Ueberlegung der Wirkungsweise einer am Vorderende eines freischwimmenden Körpers angebrachten rotirenden Schraube ergibt, dass der betreffende Körper sich vorwärts bewegt, wenn die Schraube eine linksgewundene (im Sinne der Botaniker) ist und dabei so rotirt, dass sie, bei nördlich gerichtetem Vorderende des Körpers, westlich aufsteigt und östlich sich senkt, oder wenn die Verhältnisse gerade umgekehrt liegen, d. h. wenn eine rechtsgewundene Schraube von Ost nach West rotirt. Da nun die schraubig rotirende Geissel der Flagellaten ein mit dem Körper fest zusammenhängendes Gebilde ist, nicht etwa ein demselben gelenkig verbundenes, so folgt hieraus, dass die zweite Componente, in welche sich die bei den Rotationsbewegungen einer Schraube ergebende Widerstandskraft des umgebenden Wassers zerlegen lässt, d. h. diejenige Componente, welche senkrecht zur Vorwärtsbewegung wirkt, eine Rotation des Körpers um seine Axe veranlassen muss, welche der Schraubenrotation stets entgegengesetzt verläuft. Rotirt daher die schraubige Geissel von Ost nach West, so rotirt der Körper von West nach Ost und um

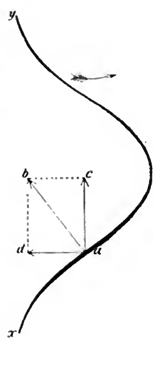
gekehrt. Die Stärke der Rotation steht unter sonst gleichen Bedingungen im geraden Verhältniss zu der Höhe der Schraubengänge.*)

Bei Gegenwart zweier oder mehrerer gleicher Bewegungsgeisseln des Vorderendes ist jedenfalls anzunehmen, dass dieselben in ganz gleicher Weise wirken, und dabei wird natürlich der gleiche Effect in verstärkter Weise erzielt. Interessant ist, dass sich bei gewissen Flagellaten sogar eine Vorkehrung findet, wodurch die Rotation des Körpers nochmals z. Th. für die Vorwärtsbewegung nutzbar gemacht wird. Wenigstens können wir den Sinn der dauernden oder vorübergehenden Schraubengestalt gewisser Formen nicht wohl anders auffassen. Natürlich ist es nothwendig, dass die Schraube des Körpers entgegengesetzt derjenigen gewunden ist, welche die Geissel bei der Vorwärtsbewegung darstellt, da ja der Körper in entgegengesetzter Rotation wie die Geissel ist. Nur dann wird durch die Schraubengestalt des Körpers ein neuer Antheil zur Vorwärtsbewegung zugefügt, im umgekehrten Fall dagegen dieselbe verzögert.

Noch bleibt ein Punct der Besprechung übrig, nämlich die Eigenthümlichkeit zahlreicher Formen nicht um ihre Längsaxe zu rotiren, sondern um die ideale Axe der Bewegungsbahn. Die Erklärung hiefür hat wohl schon Nägeli **) richtig gegeben, indem er darauf hinwies, dass dieselbe Erscheinung bei den pflanzlichen Zoosporen auf deren z. Th. asymmetrischen Bauweise beruhe und dies gilt noch mehr für zahlreiche Flagellaten, welche ja ziemlich stark asymmetrisch sind. Jede solche Asymmetrie jedoch muss eine Störung des geradlinigen Fortschreitens bewirken, welche sich in Verbindung mit der Rotation des Körpers in der erwähnten Weise aussprechen muss.

---

*) Es dürfte sich empfehlen, die durch die Rotation einer schraubenförmigen Geissel hervorgerufene Bewegung noch etwas genauer darzustellen. Sei xy auf nebenstehendem Holzschnitt eine Windung einer linksgewundenen schraubenförmigen Geissel, welche in der Richtung des Pfeiles von links nach rechts rotirt, so wird ein beliebiger Punct a dieser Geissel bei seiner Bewegung an dem umgebenden Wasser einen Widerstand erfahren, welcher durch die Kraftlinie a b ausgedrückt werden kann; diese Kraftlinie lässt sich zerlegen in die beiden Componenten ac und ad, von welchen die erste eine Vorwärtsbewegung hervorruft, die zweite dagegen die Rotation des Flagellatenkörpers um seine Axe bewirken wird und zwar, wie aus der Figur ersichtlich ist, in umgekehrter Richtung der Rotation der Geissel. Eine kleine Ueberlegung ergibt, dass in gleicher Weise Vorwärtsbewegung zu Stande kommt, wenn die Verhältnisse gerade umgekehrt liegen, d. h. wenn eine rechtsgewundene Geissel von rechts nach links rotirt, wobei natürlich auch die Rotation des Flagellatenkörpers in umgekehrter Richtung, nämlich von links nach rechts geschieht.



**) Beiträge zur wissensch. Botanik. 2. Heft. p. 97.

Zum Abschluss unserer Besprechung der Bewegungserscheinungen haben wir noch der Bewegungen der freischwimmenden Kolonien zu gedenken. Auch diese ähneln im Allgemeinen denen der Einzelwesen und geschehen namentlich auch unter fortwährender Rotation. Bei den tafelförmigen Kolonien des Gonium pectorale geschieht die Rotation um die kürzere Axe und die Drehung selbst erfolgt bei den verschiedenen Individuen bald nach rechts, bald nach links*). Die ellipsoiden Kolonien der Pandorina und Eudorina rotiren um die längere Axe und zwar die der ersten Gattung nach A. Braun (70) stets im Sinne des Uhrzeigers (wenn die Kolonie auf den Beobachter zueilt) oder südwestlich, wie sich Nägeli**) ausdrückt, der jedoch bei Pandorina zuweilen auch die entgegengesetzte Rotation beobachtete. Interessanter Weise scheint auch der ganz kuglig gebaute Volvox Globator nach den Beobachtungen von Wills***) dieselbe Rotationsrichtung zu besitzen, doch kehrt sich die Rotation auch gelegentlich auf kurze Zeit um. Inwiefern jedoch hier die Rotationsaxe selbst constant ist, lässt sich aus der Mittheilung nicht sicher entnehmen, wiewohl die Angabe, dass die Geburt der Tochterstöcke gewöhnlich an dem vorangehenden Pol geschehe, vielleicht auf eine solche Constanz hindeutet.

Bei den übrigen freischwimmenden Kolonien ist nichts Bestimmtes hinsichtlich der Drehungsrichtung bekannt. Die kugligen Kolonien der Uroglena, Syncrypta und Synura sind in beständigem Umherkugeln begriffen.

4) Protoplasmaströmungen im Innern des Flagellatenkörpers. Strömungserscheinungen des Plasmas, ähnlich wie sie bei den Ciliaten so häufig angetroffen werden, sind bis jetzt nur bei wenigen Flagellaten beobachtet worden. Zuerst machte Bütschli (171) darauf aufmerksam, dass bei Trepomonas eine Circulation des Plasmas am ruhenden Organismus leicht wahrzunehmen ist und dass diese Strömung bald nach der einen, bald nach der anderen Richtung stattfindet und ebenso in ihrer Schnelligkeit sehr wechselt. Eine ähnliche Circulation liess sich auch bei Hexamitus inflatus aus der allmählichen Verschiebung der contractilen Vacuole im Körper erschliessen.

Klebs wies hierauf nach, dass auch bei den metabolischen Euglenen Strömungen des Protoplasmas wahrzunehmen sind, nur scheinen dieselben hier nie zu einer wirklichen Circulation zu werden, sondern sich auf unregelmässiges Hin- und Herwallen des Plasmas und seiner Einschlüsse zu beschränken. Diese Strömungen erstrecken sich bei den Euglenen bis dicht unter die Cuticula, woraus Klebs schliesst, dass hier eine ruhende

*) Pfeffer dagegen (Untersuchungen aus dem botanischen Institut zu Tubingen, I. p. 433) sah die Kolonien von Gonium pectorale während der fortschreitenden Bewegung abwechselnd rechts und links drehen.

**) Beiträge zur wissensch. Botanik. 2. Hft. p. 97—98.

***) Mitland Naturalist. Sept.-Oct. 1880.

Hautschicht (einem Ectoplasma vergleichbar) völlig fehle. Obgleich die Strömungserscheinungen bis jetzt nur bei den erwähnten wenigen Formen beobachtet wurden, dürfte es doch sehr wahrscheinlich sein, dass sie eine viel weitere Verbreitung besitzen.

B. Verhalten gegen Wärme und Licht etc.

1. Einfluss der Wärme. Dass die Lebensvorgänge der Flagellaten sich innerhalb ziemlich weiter Temperaturgrenzen abzuspielen vermögen, geht zum Theil schon aus früher Bemerktem hervor. Wir brauchen uns nur des Haematococcus der Hochgebirge und Polarregionen zu erinnern, um zu begreifen, dass gewisse Formen noch bei sehr niederer mittlerer Temperatur zu gedeihen vermögen und namentlich im Stande sind, tief unter Null gelegene Temperaturgrade ohne Nachtheil zu ertragen. Auf Letzteres weisen auch die häufig geschilderten Beobachtungen hin, dass sich zahlreiche Flagellaten noch munter unter der Eisdecke gefrorener Gewässer bewegen, ja sich noch theilen (Klebs für Euglena). Derartige Angaben finden sich zahlreich bei Ehrenberg, Perty, Weisse und Anderen. Auch wiederholtes Einfrieren wird von gewissen Formen ertragen, wie die Versuche von Klebs an Euglena viridis erweisen, wogegen Strasburger (170) die eingefrorenen Schwärmzustände des Haematococcus lacustris und der Cryptomonas stets abgestorben fand. Die ruhenden Zustände der ersteren Form werden hingegen nach Cohn's Beobachtungen (66) durch Frost nicht getödtet, wie dies ja auch durch die Formen des rothen Schnees erwiesen wird. Davaine (152) sah die Monaden der Infusionen beim Einfrieren zu Grunde gehen.

Bei verhältnissmässig nicht sehr niederen Temperaturgraden scheinen dagegen die in warmblütigen Thieren schmarotzenden Formen abzusterben, wenigstens gibt Zunker an, dass die Flagellaten des menschlichen Darmes schon bei 12° C absterben. Doch stehen diesen Angaben die Cunningham's (183) entgegen, welcher die Flagellaten aus dem Darm verschiedener Säugethiere auch ausserhalb des Körpers bei gewöhnlichen Temperaturen weiter gezüchtet haben will. Auch die Herpetomonas aus dem Blut der Ratten bleibt nach Lewis' Erfahrungen häufig mehrere Tage nach der Herausnahme aus dem Wirthsthier lebendig.

Im Allgemeinen übt die Steigerung der Temperatur auch auf die Flagellaten einen belebenden Einfluss aus, sie erhöht, wenn sie eine gewisse Grenze nicht überschreitet, die Energie der Bewegungen und sicherlich auch die des Stoffwechsel, womit sich dann andererseits wieder eine raschere Fortpflanzung verknüpft. So geschehen z. B. nach Strasburger's Angaben die Bewegungen des Haematococcus lacustris zwischen 30—40° C am raschesten. Bei fortgesetzter Temperatursteigerung tritt jedoch eine allmähliche Verlangsamung der Bewegungen ein und damit gewöhnlich auch ein Niedersinken der schwimmenden Wesen, bis die

Bewegungen schliesslich völlig aufhören, ohne dass jedoch der Tod sich gemeldet hätte. Der Eintritt dieser sog. „Wärmestarre" erfolgt natürlich bei den verschiedenen Formen bei etwas verschiedenen Temperaturen und scheint, soweit die wenigen Beobachtungen hierüber berichten, gewöhnlich zwischen 40—50° C stattzufinden. Für Haematococcus lacustris liegt diese Temperatur bei 50° C, niedriger dagegen jedenfalls bei Cryptomonas, die schon bei 45° C zu Grunde geht, wogegen bei dieser Temperatur nach Klebs die Wärmestarre der meisten Euglenen eintritt. Bei Abkühlung werden die wärmestarren Formen allmählich wieder beweglich und erlangen ihre gesammte Lebensfähigkeit wieder. Nur wenig höher wie die Temperatur der Wärmestarre liegt jedoch der Wärmegrad, welcher die Flagellaten, wenigstens in ihren beweglichen Zuständen dauernd vernichtet. Natürlich ist auch dieser je nach den Formen etwas schwankend, wie die hierüber etwas vollständigeren Angaben verschiedener Beobachter beweisen. So will Davaine (152) schon bei 40° C das Absterben der Monaden gewisser Infusionen beobachtet haben, doch halte ich es in Anbetracht der übrigen Erfahrungen wahrscheinlich, dass er diese Temperatur zu nieder setzt. Bei 45° tritt, wie erwähnt, der Tod der Cryptomonas ein, indem der Körper gewissermaassen explodirt (Strasburger 170), bei dieser Temperatur erfolgt denn auch nach Zunker (169) das Absterben der Flagellaten des menschlichen Darmkanals. Etwas höher liegt nach den Erfahrungen von Klebs diese Grenze für die Eugleninen, welche etwa zwischen 45—50° definitiv absterben. Haematococcus lacustris dagegen wird erst bei 55° getödtet, und noch höher liegt nach Dallinger (178) der Todespunkt für gewisse Flagellaten der Infusionen (Bodo, Polytoma, Cercomonas etc.), welche erst bei 60° C. vernichtet werden sollen.

Welche Temperaturen die Ruhe- und Dauerzustände, letztere speciell im ausgetrockneten Zustand aushalten können, ist bis jetzt nicht weiter erforscht; dagegen haben Dallinger und Drysdale und später der erstere allein eine Reihe von Experimenten über die Widerstandsfähigkeit der von ihnen bei einer Anzahl Infusionsbewohner beschriebenen Keime oder Sporen angestellt. Indem wir hier nicht nochmals die Frage nach der Sicherheit dieser Beobachtungen, speciell der Sporennatur der beschriebenen Körperchen discutiren, welche ja zunächst bejaht werden muss, wenn man den zu berichtenden Angaben Vertrauen schenken will, geben wir hier nur eine kurze Mittheilung der gefundenen Resultate. Zunächst wurde ein sehr wesentlicher Unterschied in der Widerstandsfähigkeit der in Flüssigkeit befindlichen und der getrockneten Sporen gefunden. Die ersteren gehen früher zu Grunde, ertragen jedoch z. Th. noch weit über 100° steigende Temperaturen; die getrockneten dagegen halten noch höhere Temperaturen aus. Die Widerstandsfähigkeit der Sporen steht im Allgemeinen mit ihrer Grösse im umgekehrten Verhältniss, die ansehnlichsten starben am frühesten ab. Die nachfolgende kleine Tabelle gibt

eine Uebersicht der erzielten Resultate und bedarf keiner besonderen Erläuterung.

	Temperaturgrenze		
	im beweglichen Zustand	als Sporen in Flüssigkeit	als trockne Sporen
Bodo ? saltans . . .	60—61° C.	122° C.	149° C.
Bodo ? caudatus . . .	60°	65,5°	82°
Oikomonas sp. . . .	60—61°	131°	149°
Cercomonas	60°	114°	126°
Polytoma Uvella . . .	60°	111°	121°
Tetramitus rostratus . .	58,8°	100°	121°
Dallingeria		105°	121°

2. Einfluss des Lichtes. Wie bekannt, bedürfen die gefärbten Flagellaten wie die grünen Pflanzen des Lichtes zur Assimilation und entwickeln auch wie letztere unter der Einwirkung des directen Sonnenlichtes Sauerstoff, was zahlreiche Beobachter hauptsächlich bei Englenen und Chlamydomonadinen, die sich wegen ihres häufig sehr reichlichen Vorkommens zu solchen Beobachtungen besonders eignen, vielfach constatirten. Bis zu welchem Grade das Gedeihen und die Existenz der gefärbten Flagellaten an die Lichtwirkung geknüpft ist, lässt sich zur Zeit noch nicht wohl beantworten, da es an Versuchen über den Einfluss langdauernder Verdunkelung auf unsere Wesen sehr fehlt. Immerhin scheint z. B. aus gewissen Experimenten von Klebs an Englena viridis hervorzugehen, dass dieselbe Wochen lang in völliger Dunkelheit beweglich bleibt und wohl auch sicher keine sichtliche Chlorophylleinbusse erleidet, weshalb die Vermuthung nicht abzuweisen ist, dass dieselbe sich auch, wenngleich nur nothdürftig, in saprophytischer Weise ernähren kann, wenn dauernde Lichtentziehung sie hierzu zwingt. Dagegen scheinen die beweglichen Zustände des Haematococcus lacustris nach Cohn und Strasburger viel stärker unter anhaltender Lichtentziehung zu leiden, sie werden blässer, blasslichtgrün nach Cohn, und auch der rothe Farbstoff, das Haematochrom, nimmt allmählich etwas ab; gleichzeitig magern sie mehr und mehr ab, um schliesslich zu sterben. Doch bleiben auch die Haematococcen in der Dunkelheit dauernd beweglich wie die Euglenen und gehen ebensowenig wie diese in den Ruhezustand über. Auch bei Stephanosphaera konnte Cohn beobachten, dass die in wenig durchsichtigen Gläsern gehaltenen Kolonien nur kleine Zellindividuen entwickelten, die in hellen Gläsern dagegen sehr ansehnliche mit zahlreichen verzweigten Plasmafortsätzen.

Noch in anderer Hinsicht hat jedoch das Licht auf die gefärbten Flagellaten einen sehr wesentlichen Einfluss, indem es nämlich, ähnlich wie bei den Zoosporen der Algen, ihre Bewegungen beeinflusst, es sind daher die farbigen Flagellaten im Allgemeinen phototactisch, nach der Bezeichnung Strasburger's (170). Ob diese Regel ganz ausnahmslos für

sämmtliche gilt, lässt sich, wegen der Mangelhaftigkeit der Untersuchungen, bis jetzt nicht angeben. Wenngleich eine solche Uebereinstimmung sehr wahrscheinlich ist, wäre eine Ausnahme doch nicht unmöglich, da sich auch gewisse gefärbte Algenzoosporen indifferent verhalten. Ungelöst scheint bis jetzt die Frage, ob es auch phototactische farblose Flagellaten gibt; jedenfalls können solche Formen nicht allzu häufig sein, da die Beobachtung sonst darauf schon aufmerksam gemacht haben müsste. Dagegen lässt sich die Möglichkeit solcher Formen nicht leugnen, da an farblosen Zoosporen gewisser Chytridieen die Lichtwirkung hervortritt und auch anderweitige farblose Plasmakörper (Pelomyxa und Plasmodien der Myxomyceten) deutlich auf Licht reagiren.

Der Einfluss des Lichtes auf die Bewegungsvorgänge spricht sich nun im Allgemeinen in der Weise aus, dass die Bewegung unter dem Einfluss des Lichtes parallel zu der Richtung des Lichteinfalls wird, indem die Axe der Formen im Allgemeinen die Tendenz hat, sich dem Lichteinfall parallel zu stellen und damit denn auch die Fortbewegung in entsprechender Richtung geschieht. Wenn wir nun die Erfahrungen Strasburger's*) über die nächstverwandten Erscheinungen bei den Zoosporen berücksichtigen, so lässt sich auf Grund derselben zunächst folgendes Speciellere über die Bewegungen der phototaktischen Flagellaten unter dem Einflusse des Lichtes angeben. Entweder erfolgt die Bewegung stets dem Lichteinfall zu ohne Rücksicht darauf, ob in dieser Richtung die Lichtintensität steigt oder fällt. Solche Formen nennt Strasburger „aphotometrische". Oder aber die Bewegung geschieht in der Richtung des Lichteinfalls, jedoch nach der Natur des Wesens oder dessen augenblicklicher Disposition (Lichtstimmung) entweder dem Lichte zu oder umgekehrt von diesem weg, in letzterem Fall flieht also die Form das Licht, ist lichtscheu oder photophob, die erstere dagegen photophil. Letzterwähnte Modification der Phototaxie bezeichnet Strasburger als die photometrische. Mit Stahl (Verh. d. phys. medic. Gesellsch. zu Würzburg N. F. Bd. 14) und Pfeffer (Pflanzenphysiologie p. 367) halte ich es jedoch für zweifelhaft, ob wirklich aphotometrische Formen im Sinne Strasburger's existiren. Einmal konnte Stahl nachweisen, dass sich gewisse von Strasburger für aphotometrisch gehaltene Zoosporen photometrisch verhalten und weiterhin scheinen mir wie Pfeffer die Strasburger'schen Experimente, welche beweisen sollen, dass gewisse aphotometrische Schwärmer dem Licht zuwandern, auch wenn dessen Intensität in der Richtung zur Lichtquelle abnimmt, nicht überzeugend.

Im Grunde genommen unterscheiden sich die beiden Arten photometrischer Flagellaten nicht principiell, sondern nur quantitativ von einander, d. h. beide bewegen sich einem Licht bestimmter Intensität zu, welches sie aufsuchen und für das sie abgestimmt sind, wie man sich

*) Eine ausführliche Zusammenstellung der hierauf bezüglichen Literatur siehe bei Strasburger (170).

ausdrücken kann. Während aber die photophilen ein Licht sehr hoher oder doch höherer Intensität aufsuchen und daher für gewöhnlich der Lichtquelle zueilen, sind die photophoben auf Licht niederer Intensität gestimmt, demnach fliehen sie das Licht mittlerer Intensität und sammeln sich an der der Lichtquelle abgewendeten Seite der Beobachtungsgefässe an. Wird jedoch die Intensität des zutretenden Lichtes allmählich verringert, so gelingt es wohl, die photophoben Formen zu photophilen zu machen, sobald nämlich die Intensität des zutretenden Lichtes unter die Grenze, auf welche die betreffenden Formen abgestimmt sind, sinkt, eilen sie der Lichtquelle zu; d. h. sie suchen die ihnen zusagende Lichtintensität auf. Aehnlich ist es ohne Zweifel mit den photophilen, es handelt sich hier nur darum die Intensität des zutretenden Lichtes über diejenige, welche den betreffenden Formen noch zusagt, zu steigern, damit sie photophob werden. Es scheint jedoch, dass zahlreiche dieser photophilen Formen auf so hohe Lichtintensitäten abgestimmt sind, dass sie schwierig zur Photophobie gebracht werden können, namentlich auch noch deshalb, weil bedeutende Steigerung der Intensität zuweilen ein Festheften mittels der Geisseln hervorruft (Haematococcus).

Diese Lichtstimmung ist nun nicht nur für verschiedene Arten eine recht verschiedene, so dass dieselben sich theils als photophil, theils als photophob erweisen, sondern sie kann auch bei einer und derselben Art wechseln, so dass diese in verschiedenen Lebensepochen oder abhängig von anderweitigen, vielfach noch unbekannten Ursachen bald photophil, bald photophob erscheint. Hierauf beruht denn auch die vielfach, speciell bei den gefärbten Flagellaten gemachte Erfahrung, dass sich unter dem Einfluss des Lichtes die Flagellaten eines Gefässes und zwar auch die derselben Art häufig sehr verschieden verhalten, d. h. dass die einen sich an dem dem Licht zugewendeten Rande des Gefässes, die anderen dagegen an dem entgegengesetzten ansammeln. Manche Erfahrungen sprechen dafür, dass die Photophilie, d. h. also eine Stimmung auf hohe Lichtintensität während der jugendlichen Zeit vorherrscht, dagegen im erwachsenen Zustand die Photophobie mehr zur Entwicklung gelangt. So hat Cohn schon 1850 für Haematococcus angegeben, dass die für gewöhnlich photophilen beweglichen Zustände bei der Fortpflanzung und wenn sie im Begriff sind sich zur Ruhe zu begeben, das Licht fliehen. Bei Volvox dagegen will Cienkowsky umgekehrt die Jugendformen das Licht fliehend gefunden haben. Wie gesagt, sind zahlreiche Einflüsse, welche einen solchen Stimmungswechsel erzeugen können, uns jedenfalls noch unbekannt. Strasburger's Vermuthung, dass in dieser Beziehung eine gewisse Anpassung an die mittlere Helligkeit der speciellen Wohnorte vorliege, hat jedenfalls vieles für sich. Andrerseits gelang es diesem Beobachter auch, experimentell einige Ursachen ausfindig zu machen, welche einen Einfluss auf die Lichtstimmung ausüben. Zunächst steigert höhere Temperatur im Allgemeinen die Photophilie und umgekehrt, andrerseits steigert aber auch Sauerstoffmangel die Photophilie speciell bei

Haematococcus, eine Erscheinung, welche, wie die Erfahrungen Cohn's (1850), der die beweglichen Zustände dieser Form bei Luftabschluss schon in zwei Stunden absterben sah, darauf hinweist, dass ihr Sauerstoffbedürfniss ein recht erhebliches ist. Dagegen scheint Engelmann (200) bei den Euglenen nichts Aehnliches gefunden zu haben, denn er berichtet, dass dieselben sich in ihrer Lichtreaction sehr unabhängig von der Sauerstoffspannung des Mediums zeigten. Doch folgt hieraus zwar an und für sich nichts für die Frage nach der Photophobie oder -philie, immerhin scheint Engelmann aber doch keine Veränderung in dieser Hinsicht gefunden zu haben.

Während wir sehen, dass die Bewegungsrichtung der phototactischen Flagellaten durch das Licht so wesentlich beeinflusst wird, ist dagegen ihre Bewegungsintensität ganz unabhängig von dem Licht, wie zuerst Nägeli und dann Strasburger zeigten.

Die Lichtwirkung geht, wie Versuche Cohn's (116), Strasburger's (170) und Engelmann's (200) zeigten, von den starkbrechenden Theilen des Spectrums aus, die blauen, indigofarbenen und violetten Strahlen sind nach Strasburger allein wirksam und das Maximum der Wirkung liegt im Indigo. Engelmann sah bei Untersuchungen im Mikrospectrum die Euglenen sich hauptsächlich in der Gegend der Linie F anhäufen.

Schliesslich haben wir hier noch einiges über den Sitz der Lichtempfindlichkeit unserer Wesen zuzufügen, insofern die einzig darüber vorliegenden Versuche Engelmann's uns Aufschluss gewähren. Derselbe fand bei Euglena, dass der Sitz der Lichtempfindlichkeit in der farblosen vordersten Körperspitze, dicht vor dem Stigma zu suchen ist, denn setzte man Euglenen partiell in Schatten, so trat die Wirkung auf die Bewegung immer dann ein, wenn der Schatten diese Stelle traf, nie jedoch wenn dieselbe unbeeinflusst blieb. Hieraus, wie aus anderen Erwägungen lässt sich der Schluss ziehen, dass die Chromatophoren direct nichts mit der Lichtwirkung zu thun haben und dass ebenso auch das Stigma selbst nicht lichtempfindlich ist.

3) Einfluss der Schwerkraft auf die Bewegungsrichtung gewisser Flagellaten. Aus in jüngster Zeit publicirten, interessanten Beobachtungen von F. S. Schwarz (Ber. d. deutschen bot. Gesellsch. II, p. 51) scheint hervorzugehen, dass die Bewegungen von Chlamydomonas und Euglena in der That durch den Einfluss der Schwerkraft in gewissem Grade bestimmt werden. Diese Untersuchungen zeigen zunächst, dass die dem Einfluss des Lichtes entzognen Flagellaten stets der Richtung der Schwere entgegen streben und sich deshalb an der Oberfläche des Substrates, in welchem sie sich befinden, ansammeln. Den Einwand, dass das Sauerstoffbedürfniss bei dieser Ansammlung mitwirke, konnte der Beobachter durch besondere Experimente ausschliessen. Auch das spec. Gewicht vermag diesen Bewegungsdrang nicht zu erklären, da die untersuchten Formen entschieden schwerer als Wasser sind. Wurden dieselben Flagellaten unter ähnlichen Bedingungen der Wirkung von Centri-

fugalkräften ausgesetzt, indem die Gläser in radialer Richtung an einer horizontalen Axe rotirt wurden, so zeigte sich, dass unter dem Einfluss einer mässigen Centrifugalkraft eine Bewegung der Flagellaten nach der Axe zu stattfand, also in ähnlichem Sinne wie unter der Wirkung der Schwere. Ueberstieg die von der Centrifugalkraft hervorgerufene Beschleunigung dagegen etwa 8—9 Mal die durch die Schwere bewirkte, so erfolgte Bewegung von der Rotationsaxe weg und die Flagellaten sammelten sich also an dem von der Axe entferntesten Theil des rotirten Gefässes an. Letzteren Vorgang glaubt Schwarz als eine einfache Wirkung der Centrifugalkraft betrachten zu müssen, doch ist diese Erklärung bis jetzt nicht als ganz gesichert zu erachten, da getödtete Flagellaten oder Lycopodiumsporen unter denselben Umständen keine entsprechende Ansammlung ergaben.

Dass aber die erstgeschilderten Ansammlungen der Flagellaten unter dem Einfluss der Schwere oder der Centrifugalkraft wirklich auf einem bestimmenden Einfluss dieser Kräfte auf ihre Bewegungen beruhen, dürfte mit Sicherheit daraus zu entnehmen sein, dass diese Ansammlungen unterbleiben, wenn die Flagellaten zuvor getödtet waren oder wenn die Versuche bei niederer Temperatur (5—6° C.) vorgenommen wurden.

4) Einfluss chemischer Reize auf die Bewegungsrichtung. In einer vor Kurzem erschienenen Arbeit von W. Pfeffer (Arbeiten aus dem Botanischen Institut zu Tübingen I, p. 363) wird der höchst interessante Nachweis geführt, dass, wie der Lichtreiz auf die Bewegungsrichtung der Zoosporen und Flagellaten einen bestimmenden Einfluss ausübt, auch chemische Reize auf die Spermatozoidien der Cryptogamen, die schwärmenden Schizomyceten und gewisse Flagellaten ähnlich wirken. Für Chlamydomonas gelang es nicht, einen Stoff ausfindig zu machen, welcher einen Einfluss in dem betonten Sinne ausübt. Anders verhielten sich dagegen gewisse farblose Flagellaten, unter denen Trepomonas deutlich von einer Fleischextractlösung angezogen wurde, während bei Chilomonas eine solche Wirkung nur sehr schwach hervortrat.

Eine solche Anziehung seitens chemischer Reize wird dadurch bewirkt, dass ähnlich wie durch den Einfluss des Lichtes die Körperaxe nach der Reizquelle gerichtet wird und daher die Bewegung in der Richtung auf dieselbe geschieht.

C. Wohnorts- und Ernährungsverhältnisse der Flagellaten.

Eine gemeinsame Erörterung der in der Ueberschrift dieses Abschnitts erwähnten Verhältnisse empfiehlt sich aus dem Grunde, weil beide sich gegenseitig mehr oder weniger bedingen. Wie schon mehrfach erwähnt wurde, ist der Modus der Ernährung im Wesentlichen ein dreifach verschiedener, d. h. entweder 1) ein echt thierischer durch Aufnahme geformter organischer Nahrung, oder 2) ein pflanzlicher durch Assimilationsvorgänge, entsprechend denjenigen der grünen Pflanzen, oder 3) ein saprophytischer, d. h. die Ernährung geschieht ähnlich der zahlreicher chlorophyllfreier

28

Pflanzen durch Aufsaugung gelöster organischer Substanzen, ist also in chemischer Hinsicht mehr thierisch, im Hinblick auf die Art der Nahrungsaufnahme mehr pflanzlich. Wir haben im systematischen Abschnitt diese drei Ernährungsformen als die animalische, die holophytische und die saprophytische bezeichnet. Natürlich werden dieselben einander nicht unvermittelt gegenüberstehen, sondern es ist wahrscheinlich, dass viele Formen mit animalischer Ernährung auch noch mehr oder weniger saprophytisch Nahrung zu sich nehmen, und das Gleiche gilt wohl häufig auch für holophytisch sich ernährende, da wir ja schon erfahren haben, dass dieselben nicht selten in nächstverwandten Formen oder sogar nur Varietäten zu rein saprophytischer Ernährungsweise übergehen.

Die holophytische Ernährung setzt natürlich die Existenz von Chromatophoren voraus und so finden wir denn auch, dass die gefärbten Flagellaten fast ausschliesslich reine Holophyten sind. Nur ein sicheres Beispiel der Verknüpfung pflanzlicher und thierischer Ernährung liegt meines Wissens vor, nämlich die von Stein constatirte Aufnahme geformter Nahrung (Diatomeen und Chlamydomonaden) bei der von uns zu den Euglenoidinen gezogenen Chromulina (Chrysomonas St.) flavicans. Auch für einige anderweite gefärbte Flagellaten wurde gelegentlich behauptet, dass sie geformte Nahrung aufnehmen, doch halte ich die bezüglichen Angaben für unsicher und in hohem Grade unwahrscheinlich. So wollte schon Perty (76) einmal in einer Euglena eine Pflanzenfaser beobachtet haben; in neuester Zeit trat Kent (182) mit der Angabe auf, dass sich Euglena viridis mit Karmin füttern lasse und der sogen. Mund der Euglenen thatsächlich zur Aufnahme fester Nahrungsstoffe diene, wogegen Stein demselben nur die Aufsaugung flüssiger Nahrung zuschrieb. Die vielen andern Beobachter, welche sich mit Euglenen beschäftigten, konnten nie etwas von der Aufnahme geformter Nahrung wahrnehmen, weshalb die vereinzelt stehenden Angaben Perty's und Kent's wenig Vertrauen verdienen.

Wie schon früher angedeutet wurde, scheint sogar die von Stein den sogen. Mundeinrichtungen der Eugleninen und Chloropeltinen zugeschriebne Aufnahme flüssiger Nahrung sehr zweifelhaft und dies gilt in gleicher Weise für zahlreiche Coelomonadinen, Menoidinen und Astasiinen. Wahrscheinlich hat sich bei diesen theils holo- theils saprophytisch lebenden Formen Mund und Schlund nur als Ausleitungsapparat des Systems der contractilen Vacuolen erhalten, dagegen jede Beziehung zur Nahrungsaufnahme verloren. Die von der holo- resp. saprophytischen Ernährungsweise bedingte Aufsaugung flüssiger Nahrung dürfte wie bei vielen anderen Flagellaten auch hier durch die gesammte Oberfläche geschehen.

Einige Zweifel herrschen auch noch bezüglich der Ernährungsweise der gefärbten Cryptomonas, bei welcher Künstler (190) in dem von ihm beschriebenen complicirten Darmapparat Nahrung (Bacterien) beob-

achtet haben will. Hinsichtlich dieser Form ist ein Zweifel leicht erklärlich, da dieselbe ähnlich wie die farblose Chilomonas mit einem ansehnlichen Mund und Schlund versehen ist. Ich halte jedoch die Nahrungsaufnahme der Cryptomonas für um so zweifelhafter, da die nächstverwandte Chilomonas Paramaecium sicher keine Nahrung aufnimmt, sondern echt saprophytisch lebt. Zwar gibt Kent (182) an, dass seine Chilomonas Amygdalum Vibrionen und kleine Monaden fresse, jedoch ist die Stellung dieser Form bei Chilomonas ziemlich zweifelhaft.

Wir erkennen hieraus, dass nur der einzige Fall der Chromulina flavicans die Vereinigung der animalischen und holophytischen Ernährungsweise sicher darbietet.

Die rein saprophytische Ernährungsweise erfordert besondre Lebensbedingungen, d. h. eine an aufgelösten organischen Substanzen reiche Wohnstätte, wie sie am besten von Infusionen dargeboten wird. Dies schliesst nicht aus, dass derartige Formen auch in natürlichen Gewässern, die nicht gerade die Bezeichnung Infusionen verdienen, gelegentlich getroffen werden, denn auch hier werden sie in der Nähe faulender und zerfallender Organismen die Bedingungen ihrer Ernährung finden. Doch treten solche Formen erst dann in grösserer Menge auf, wenn durch natürliche oder künstlich erzeugte Vorgänge die Wohnstätte mehr den Charakter einer wirklichen Infusion annimmt. Rein saprophytische Formen nun scheinen häufig aus solchen mit holophytischer Ernährungsweise hervorgegangen zu sein, worauf ihre nahen verwandtschaftlichen Beziehungen zu denselben hinweisen. Dies zeigen Polytoma und Chilomonas in ihren Beziehungen zu Chlamydomonas und Cryptomonas und die farblosen Varietäten gefärbter Formen aus der Gruppe der Euglenoidinen, auf die wir schon früher hinwiesen. Auch unter den Menoidinen und Astasiinen finden sich wahrscheinlich zahlreich solche Saprophyten. Dieselbe Art der Ernährung mag sich denn auch nicht selten bei parasitischen Flagellaten finden, denn für nicht wenige derselben blieb die Aufnahme fester Nahrung zweifelhaft oder ist unwahrscheinlich (doch sind die Untersuchungen hier noch wenig ausreichend).

Zu den echt animalischen Formen gehören natürlich nur farblose Flagellaten und zwar wohl sicher die grosse Mehrzahl der Monadinen, dagegen relativ wenige Isomastigoden, darunter sicher die Amphi- und Spongomonadinen und weiter die Treponomadina und die Tetramitina z. Th. oder gänzlich. Unter den irregulären Formen ist nur die marine Oxyrrhis hieherzurechnen.

Unter den Euglenoidinen sind sicher animalisch die Peranemina, Petalomonadina und ein Theil der Astasiina; für zahlreiche farblose Euglenoidinen ist jedoch die Ernährungsweise noch zweifelhaft. Bei den Heteromastigoda ist die animalische Lebensweise wenigstens für Bodo und die Anisonemina sicher erwiesen. Von den hier aufgezählten animalischen Formen sind die kleineren gewöhnlich sehr ausgesprochene

Infusionsbewohner, wiewohl auch die grösseren in Infusionen gedeihen. Die ersteren Formen ernähren sich dann auch vorzugsweise von den in den Infusionen nie fehlenden Schizomyceten. Micrococcen, Bacterien, Vibrionen etc. bilden, soweit erwiesen, ihre Hauptnahrung, wozu sich jedoch auch noch mancherlei organische Körper gesellen, wenn sie nur die Kleinheit besitzen, um von den minimalen Wesen bewältigt zu werden.

So frisst ein Bodo (angustatus) hauptsächlich gern Stärkemehl; auch parasitische Formen nehmen dies zuweilen auf (Hexamitus inflatus). Manche Formen fressen den Inhalt von Algenzellen (Spirogyra, Oedogonium, Diatomeen) aus, so Bodo globosus St., die sog. Pseudospora parasitica und Nitellarum Cienkowsky's; die Pseudospora Volvocis dagegen Volvoxzellen. Grössere Formen vermögen auch grössere Nahrungskörper zu bewältigen, so hauptsächlich kleinere Flagellaten anderer oder sogar zuweilen derselben Art, Confervenbruchstücke, Diatomeen, Schwärmsporen von Algen und wohl überhaupt die verschiedenartigsten kleinen Bewohner der Gewässer.

Wir reihen hier gleich noch einige Bemerkungen über die Verbreitung der Flagellaten an den verschiedenen Wohnorten an. Die Hauptmenge der früher aufgezählten 190—200 Arten findet sich mit etwa 155—165 im süssen Wasser der verschiedensten Form, etwa 16 Arten sind seither marin gefunden worden und ca. 20—21 als Parasiten in den mannigfaltigsten Wirthen aus dem Thierreich. Ausschliesslich marin beobachtet wurden bis jetzt nur 4 Gattungen*), sowohl in süssem Wasser wie im Meer dagegen 8—9. Jedenfalls geht aus dieser Zusammenstellung hervor, dass die marine Fauna bis jetzt überhaupt nur wenig Beachtung gefunden hat. Verschiedenartige Mittheilungen der neueren Zeit deuten darauf hin, dass auch die parasitischen Flagellaten an Zahl wie Verbreitung bedeutend reicher sind, als seither vermuthet wurde. Rein parasitisch leben 7 Gattungen, doch sind darunter noch einige ziemlich unsicher; freilebend und parasitisch gefunden wurden dagegen 2—3 Gattungen. Zweifelhaft erscheint bis jetzt noch, ob ein und dieselbe Art gelegentlich parasitisch und freilebend existiren kann, was bei unseren Wesen nicht ganz unwahrscheinlich ist. Die Verbreitung der Parasiten erstreckt sich über die Wirbelthiere, wo sie in sämmtlichen Unterabtheilungen getroffen wurden, die Arthropoden (namentlich Insecten, weiter Myriopoden), einige Mollusken und einen Nematoden, doch hängt dies wohl wesentlich damit zusammen, dass sich die Aufmerksamkeit bis jetzt vorzugsweise auf diese Wirthe gerichtet hat. Den Hauptsitz parasitischer Flagellaten bildet der Darmkanal in seinen verschiedenen Abschnitten, doch treten dieselben gelegentlich auch noch anderweitig auf, so im Blut (Trypanosoma und Herpetomonas), in dem Schleim der menschlichen Scheide (Trichomonas), den Receptacula seminis

*) Hierzu kämen jedoch noch die drei auf p. 815 erwähnten von Cienkowsky beschriebenen Gattungen, über die ich nicht urtheilen kann.

gewisser Helicinen (Leidy, 56a, T. V.), sowie in den Harnwegen, da im Urin des Menschen gelegentlich Flagellaten beobachtet wurden (Hassal, the Lancet 1859 und Künstler*) 1883). Auch in der Mundhöhle wurden gelegentlich flagellatenartige Organismen beobachtet. Aus einer Untersuchung Kannenberg's**) geht weiter hervor, dass kleine Flagellaten zuweilen im menschlichen Sputum bei Lungengangrän zu finden sind und die Beobachtungen machen es sehr wahrscheinlich, dass die monadenartigen Wesen schon in dem fauligen Secret der Lunge selbst leben. Auch in abgeschlossenen Räumen fanden sich gelegentlich Flagellaten, so gehört hieher der von Lambl mitgetheilte Fall massenhafter Flagellaten (wahrscheinlich Cercomonas) in der äusseren Cystenflüssigkeit um einen Echinococcus der Leber eines Menschen. Da jedoch diese Cyste sehr wahrscheinlich aus einem Gallengang entstanden war, so erklärt sich das Eindringen von Flagellaten an diesen Ort unschwer.

Eine und dieselbe Gattung der Parasiten bewohnt häufig recht verschiedene Orte und sehr verschiedenartige Wirthe; als Beispiel möge Trypanosoma dienen, welche nicht nur im Blut zahlreicher Wirbelthiere, sondern auch im Darm gewisser Vögel und Mollusken (Ostrea) gefunden wird.

Einige, vielleicht zahlreiche gefärbte Formen des süssen Wassers besitzen die Fähigkeit, auch auf feuchter Unterlage und in feuchter Atmosphäre zu vegetiren; natürlich gehen sie hierbei in den Ruhezustand über. So gelingt nach Klebs (206) die Kultur zahlreicher Englenen und Chlamydomonadinen auf feuchtem Torf sehr gut und schon A. Braun (70) berichtete Aehnliches für Haematococcus lacustris. Letzterwähnte Form verdient unser besonderes Interesse, da sie oder doch eine ganz nahe Verwandte auch im Schnee der Hochgebirge und der Polargegenden gedeiht und hier die Erscheinung des rothen Schnees hervorruft. Es sind natürlich wie in jenen Kulturen in feuchter Atmosphäre die vegetirenden Ruhezustände, welche sich vorzugsweise im Schnee finden, wogegen die beweglichen Formen nur dann auftreten, wenn eine Wasseransammlung ihre Ausbildung möglich macht. Neuere Erfahrungen von Rostafinski (187) ergaben, dass der eigentliche Haematococcus lacustris (s. nivalis) in der Tatra hauptsächlich auf den Eisgraupen entstehender Gletscher lebt, und dass sich gleichzeitig noch eine wahrscheinlich zu Chlamydomonas (flavovirens)

---

*) Communication à la société d'Anatomie et de Physiologie de Bordeaux 27. Nov. 1883.

**) Kannenberg (Arch. f. pathol. Anatomie, 75, 1879) beobachtete zwei verschiedene Formen, deren Natur auf Grund der Befunde bis jetzt nicht sicher zu stellen ist. Die eine erscheint etwa wie eine kleine Oikomonas, die zweite hat merkwürdiger Weise eine gewisse Aehnlichkeit mit Chilomonas. Natürlich lässt sich, wie bei noch manchen anderen der ungenau bekannten parasitischen Flagellaten zur Zeit nicht einmal bestimmt sagen, ob dieselben nicht gar in den Entwicklungskreis verwandter Gruppen gehören.

gehörige Form auf dem Schnee der Tatra findet, welche demselben bei reichlicher Entwickelung eine grünlichgelbe Farbe verleiht*).

Wir schliessen an diese Bemerkungen über den rothen Schnee gleich einige Worte über die von Flagellaten häufig hervorgerufenen Färbungen der Gewässer an. Grüne Färbungen können natürlich durch reichliche Entwicklung sehr verschiedenartiger Formen hervorgerufen werden, besonders häufig sind es jedoch Euglena viridis und Chlamydomonasformen, welche dies bewirken; gelbliche bis bräunliche Färbungen verdanken gleichfalls häufig Flagellaten ihre Entstehung und namentlich die rothe oder blutartige Färbung hat die Aufmerksamkeit besonders erweckt. Dieselbe beruht in grösseren Wasseransammlungen (Teichen etc.) gewöhnlich auf massenhafter Entwicklung der Euglena sanguinea, in kleineren Pfützen, Lachen etc. dagegen meist auf der Entwicklung des Haematococcus lacustris.

Da nun letztere Form oder eine sehr ähnliche auch im Salzwasser, und zwar recht concentrirter Soole, wie sie sich bei der Salzgewinnung an den Küsten des Mittelmeers in den Bassins bildet, oft in grosser Menge vorkommt, so nimmt auch diese Soole manchmal eine rothe Farbe an, ja diese theilt sich durch Einschluss zahlreicher Haematococcen zuweilen dem gewonnenen Salz mit (Dunal, Joly, 33—34). Diese Erfahrungen machen es dann auch nicht unwahrscheinlich, dass gelegentlich beobachtete Rothfärbungen des Meeres auf der massenhaften Entwicklung eines Haematococcus beruhen. So wurde im Jahre 1845 eine solche Färbung des Seewassers an der portugiesischen Küste weit verbreitet beobachtet und Montagne entdeckte als Ursache derselben einen dem Haematococcus nivalis sehr ähnlichen Organismus, welchen er Protococcus atlanticus nannte (s. bei Dareste Ann. sc. nat. 4. Zool. T. 3, 1855).

D. Absonderung riechender Stoffe.

Eigenthümlicher Weise besitzen gewisse gefärbte Flagellaten einen specifischen Geruch, der deutlich hervortritt, wenn sie ein Wasser in grossen Mengen erfüllen. Schon Ehrenberg machte darauf aufmerksam, dass Chlamydomonas pulvisculus und Chlorogonium einen spermatischen Geruch besitzen und spätere Beobachter bestätigten dies. Die einst von Cohn (1850) ausgesprochene Vermuthung, dass diese Erscheinung von Ozon herrühre, konnten, wie derselbe Beobachter später mittheilte (1856), genauere Untersuchungen von Löwig nicht bestätigen. Die mit den erwähnten nahe verwandte Haematococcus-Form, welche, wie früher gezeigt wurde, die Salzbassins der Mittelmeerküste häufig röthet, gibt dem Salzwasser gleichfalls einen besonderen Geruch, welcher jedoch

*) Dieser Chlamydomonas flavovirens, oder doch eine sehr nahe verwandte Form, wurde neuerdings während der Nordenskjöld'schen Expedition auch im Schnee Grönlands beobachtet (s. Om Snöns och Isens Flora etc. von V. B. Wittrock). Nach Referat im Bot. Centralblatt 14. 1883.

nach Dunal und Joly deutlich veilchenartig ist und sich auch dem aus solchen Bassins gewonnenen Salze mittheilt. Ich selbst fand in jüngster Zeit, dass ein von zahllosen Euglena sanguinea tief roth gefärbtes Wasser einen recht ausgesprochenen Fischgeruch besass. Da die Euglenen schon abgestorben waren, ist es nicht unmöglich, dass dieser Geruch erst bei ihrer allmählichen Zersetzung entstand, jedoch war er durchaus nicht faulig.

E. Geographische Verbreitung.

Eine geographische Lokalisation dürfte den Süsswasserflagellaten ebensowenig zukommen, wie den früher besprochenen Süsswasser-protozoën. Obgleich sich unser Urtheil rücksichtlich dieser Ordnung nur auf wenige thatsächliche Erfahrungen stützen kann, so scheinen diese doch genügend, um dasselbe zu begründen, wenn wir die Resultate auf den verwandten Gebieten berücksichtigen.

Von den ca. 110 Gattungen wurden bis jetzt 29 auch ausserhalb Europas beobachtet und zwar, soweit sich feststellen lässt, fast durchgängig in mit den europäischen identischen Arten. Zum Beleg der weiten und daher wohl allgemeinen Verbreitung zahlreicher Gattungen

	Europa	Nord-Afrika (Aegypten)	Nord-Amerika	Süd-Asien (Bombay)
Mastigamoeba	*			*
Oikomonas	*		*	
Codonoeca	*		*	
Bicosoeca	*		*	
Anthophysa	*		*	
Dinobryon	*		*	
Rhipidodendron	*		*	
Synura	*	*	*	
Chlamydomonas	*	*		*
Chlorogonium	*	*	*	
Haematococcus	*			*
Carteria	*			*
Spondylomorum	*			*
Phacotus	*	*		*
Gonium	*	*	*	
Eudorina	*			*
Volvox	*		*	*
Pandorina	*	*	*	*
Collodictyon	*			*
Cryptomonas	*	*		
Euglena	*	*	*	*
Trachelomonas	*	*		
Lepocinclis	*			*
Phacus	*		*	
Peranema	*	*	*	*
Astasia	*		*	
Bodo	*	*		
Anisonema	*		*	

diene die vorstehende tabellarische Uebersicht, deren Unvollständigkeit allein auf der Mangelhaftigkeit der Untersuchungen beruht und durchaus nicht etwa den Schluss gestattet, dass andere Gattungen nicht eine ähnlich weite Verbreitung besässen.*)

Auch die vertikale Verbreitung der Süsswasserflagellaten dürfte keine bestimmten Differenzen zeigen, doch liegen hier die Erfahrungen noch spärlicher vor, wie rücksichtlich der horizontalen Ausbreitung. Dass gewisse Formen sehr hoch in den Gebirgen emporsteigen, ist bekannt, so geht nach Perty die Euglena viridis in den Alpen bis zu 9000' hoch, und wir wissen ja, dass selbst die Schneeregion manchen Formen keine Grenze setzt, und dass es sehr fraglich ist, ob der gewöhnliche Haematococcus lacustris der Ebene von dem jener hohen Regionen verschieden ist.

F. Parasiten der Flagellaten.

Es ist keineswegs selten, dass die Flagellaten trotz ihrer Kleinheit gewissen Parasiten zum Opfer fallen und die hierdurch bewirkten Verhältnisse gaben sogar, wie es bei den Protozoën so häufig geschah, zur Aufstellung irriger Anschauungen über ihre Fortpflanzung Veranlassung. Natürlich werden es gewöhnlich selbst wieder kleinste, mikroskopische Schmarotzer sein, welche sich den Flagellaten aufdrängen, nur in gewissen koloniebildenden Formen können auch etwas grössere thierische Schmarotzer ihre Wohnstätte suchen. So ist seit Ehrenberg bekannt, dass in die Volvoxkugeln gelegentlich zwei Räderthierarten der Gattung Notommata eindringen und sich von dem Volvox ernähren, sowie ihre Eier in demselben ablegen.

Wir haben schon früher erfahren, dass die sogen. Pseudospora Volvocis gewissermassen als Parasit in Volvox eindringt und sich von ihm nährt; das Gleiche thut nach Stein (167) auch die früher beschriebene Vampyrella, welche ebenfalls grosse Verwüstungen in den Volvoxkugeln hervorrufen kann und auch in denselben zur Fortpflanzung schreitet.

Am häufigsten suchen jedoch die sog. Chytridieen unsere Flagellaten heim und diese sind es auch, welche durch ihren Parisitismus die erwähnten Irrthümer über die Fortpflanzung der Flagellaten erzeugten. Dieselben heften sich theils als äussere Schmarotzer an die freischwimmenden oder ruhenden Flagellaten fest, beziehen jedoch entschieden ihre Nahrung aus denselben, theils dringen sie mit besonderen Auswüchsen ihres Körpers in den Flagellatenleib selbst ein, oder treten endlich auch als völlig endoparasitische Schmarotzer auf, welche dem Plasma der Flagellatenzelle eingelagert sind.

Während nun die zu den beiden ersterwähnten Kategorien gehörigen Schmarotzer in jeder Hinsicht echte Chytridieen darstellen, sind die Endoparasiten rücksichtlich ihrer systematischen Stellung noch ein wenig

*) In dieser Uebersicht sind die parasitischen Gattungen nicht berücksichtigt.

unsicher, obgleich kein Zweifel bestehen kann, dass sie thatsächlich eingedrungene Schmarotzer sind. Immerhin deutet das, was wir von ihrer Lebensgeschichte bis jetzt wissen, mit ziemlicher Bestimmtheit darauf hin, dass sie ihre nächsten Verwandten unter den einfacheren Chytridien finden. Wie aber im systematischen Abschnitt zu zeigen versucht wurde, schliessen sich die Chytridien ziemlich nahe an die einfacheren Flagellaten an und daher ist es wohl erklärlich, dass uns unter jenen Flagellatenparasiten auch Wesen begegnen können, bei welchen die Charactere der eigentlichen Chytridieen noch nicht scharf ausgeprägt sind, die vielmehr in mancher Hinsicht an die niederen Flagellaten und Sarkodinen erinnern.

Werfen wir zunächst einen Blick auf die eigentlichen ectoparasitischen Chytridien der Flagellaten. Der Begründer der Gattung Chytridium und der Chytridiengruppe überhaupt, A. Braun*), beobachtete auch schon, dass einige Arten derselben Flagellaten angreifen, sich häufig auf Chlamydomonas und Haematococcus festsetzen und dieselben schliesslich zu Grunde richten. Man bemerkt dann auf dem Körper dieser Flagellaten ein bis mehrere helle bläschenförmige Gebilde von spindelförmiger bis kugliger oder auch bauchig flaschenförmiger Gestalt. Schon früher hatte Vogt (48) bei seiner Untersuchung des Haematococcus des rothen Schnees diese Parasiten beobachtet, jedoch unrichtiger Weise auf eine Fortpflanzung durch Sprossung bezogen. Auch Perty (76) beobachtete sie wahrscheinlich auf einer Carteria und deutete sie ebenso.

Gestützt auf Untersuchungen von v. Siebold und Meissner wies A. Braun ferner schon 1855 nach, dass auch die Ruhezustände der Euglenen häufig einem hiehergehörigen Schmarotzer zum Opfer fallen und zeigte gleichzeitig, dass es diese Parasiten waren, welche s. Z. Gros**) zu so merkwürdigen und irrthümlichen Ansichten über die Umwandlung der Euglenen in Monaden etc. verleiteten. Auch Th. Bail***) untersuchte um die gleiche Zeit dieses Chytridium und 2 Jahre später verfolgte es A. Schenk.†) Die genaueste Darstellung seiner Lebensgeschichte etc. gab jedoch 1877 L. Nowakowski.††) Der Parasit, welchen Nowakowski als Polyphagus Euglenae bezeichnet, gehört zu der zweiten Kategorie unserer Schmarotzer, d. h. zu denen, welche nicht eigentlich endoparasitisch in die Euglenen eindringen, jedoch wurzelartig verästelte und meist sehr fein auslaufende Fortsätze, sogen. Haustorien, treiben, welche in die ruhenden Euglenen eindringen, ja dieselben sogar zuweilen durchwachsen und aussaugen. In dieser Weise überfällt ein solcher Polyphagus mit seinen zahlreichen verzweigten Haustorien häufig gleichzeitig eine ganze Menge encystirter Euglenen und tödtet sie.

*) Abhandlungen der Berliner Akademie aus d. J. 1855, p. 21.

**) Bullet. soc. imp. de naturalistes de Moscou. 1851.

***) Botanische Zeitung 1855.

†) Verhandl. d. physikal.-medicin. Gesellsch. zu Würzburg, Bd. VIII, 1857.

††) Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. II.

Schliesslich schreitet der Schmarotzer zur Vermehrung, indem sich sein gesammtes Plasma im Centralkörper zusammenzieht und endlich an einer Stelle desselben in Form eines Schlauches hervorwächst (sog. Zoosporangium). Der Plasmainhalt des Schlauches zerfällt dann simultan in eine grosse Menge kleiner Zoosporen, von welchen jede eine hintere Geissel erhält und einen ansehnlichen gelblichen Oeltropfen einschliesst. Die Zoosporen treten endlich aus der Spitze des schlauchförmigen Zoosporangiums aus. Nach kurzer Schwärmzeit setzen sie sich nieder, verlieren die Geissel und treiben Haustorien, welche in neue Euglenen eindringen. Weiterhin gelang es Nowakowski zu zeigen, dass Polyphagus-Individuen etwas verschiedener Bauweise gelegentlich copuliren, indem ihr Plasma zusammenfliesst und sich zu einer doppelbeschalten Dauerzygote umgestaltet. Nach einer längeren Ruhe geht auch diese Dauerzygote zur Vermehrung über, indem sie in schon geschilderter Weise ein schlauchförmiges Zoosporangium treibt, dessen Plasma in Zoosporen zerfällt.

Dies sind die wesentlichen Grundzüge der Lebensgeschichte des interessanten Schmarotzers, dem sich jedoch nach den Erfahrungen Strasburger's (170) ein ähnlicher zugesellt (Chytridium vorax Strasb.), welcher in ganz entsprechender Weise die Dauerzustände von Haematococcus und Cryptomonas überfällt und sich wesentlich nur dadurch von Polyphagus unterscheidet, dass er bei der Vermehrung kein besonderes Zoosporangium treibt, sondern das kuglig zusammengezogene Plasma einfach in Zoosporen zerfällt.

Die dritte Kategorie hiehergehöriger Schmarotzer lebt, wie bemerkt, endoparasitisch in sehr verschiedenen Flagellaten und gab Stein, der sie bis jetzt fast ausschliesslich beobachtete, Veranlassung zur Aufstellung einer jedenfalls ganz irrthümlichen Ansicht über die geschlechtliche Fortpflanzung der Flagellaten. Im Innern gewisser Formen nämlich (Anthophysa, Chlamydomonas, Phacotus, Cryptomonas, Euglena, Phacus, Trachelomonas, Atractonema, Tropidoscyphus, Anisonema und Entosiphon) fand Stein häufig ein oder mehrere kuglige bis ovale, mehr oder weniger ansehnliche Plasmakörper. Es ist wahrscheinlich, wiewohl aus den Figuren nicht ganz sicher zu entnehmen, dass diese Körper, die sog. Keimkugeln Stein's, eine zarte Membran besitzen. Gewöhnlich enthalten sie ein centrales bläschenförmiges Gebilde, wahrscheinlich eine Vacuole, in welcher sich häufig ein bis mehrere dunkle Körperchen vorfinden*). Das Plasma dieser sog. Keimkugeln nun zerfällt schliesslich, wenn dieselben bis zu einer gewissen Grösse herangewachsen sind, in eine Anzahl kleiner Schwärmer oder Zoosporen, die sich, soweit bekannt, dadurch befreien, dass der Flagellatenkörper unter dem Druck der Keimkugeln aufplatzt. Die Bildung der Schwärmer scheint bei den Parasiten der ver-

*) Eine solche Vacuole findet sich auch in echten Chytridien zuweilen. Ich halte sie für ein Excretionsproduct.

schiedenen genannten Flagellaten etwas verschieden zu verlaufen. Stets scheint das Keimkugelplasma vollständig in Schwärmer zu zerfallen, dagegen bleibt das Centralbläschen dabei deutlich intact erhalten, es nimmt an der Schwärmerbildung gar keinen Antheil. Der Zerfall des Plasmas geschieht sicherlich simultan und zwar entweder, indem der Körper des Parasiten in zahlreiche radiär zu dem Centralbläschen geordnete Stücke, oder indem er zuerst in einige grössere polygonale Portionen zerfällt, welche sich hierauf erst in eine grössere Zahl kleinster Zellen theilen. Die letzterwähnte Art der Sprösslingsbildung erinnert an die entsprechenden Vorgänge bei Synchytrium, wie sie de Bary schilderte.

Der Bau der reifen, künstlich oder natürlich entleerten Zoosporen ist etwas verschieden; bei den Parasiten des Chlamydomonas haben sie eine etwa ovale Gestalt und zwei Geisseln; die des Parasiten der Euglena viridis dagegen besitzen etwa die Gestalt einer sehr kleinen Cercomonade, das eine Ende des ziemlich lang spindelförmigen Körpers trägt eine Geissel, das andere Ende ist in einen ziemlich ansehnlichen Schwanzfortsatz verlängert. Wie schon bemerkt, deutet Stein diese Zoosporen als Embryonen, welche in einer besonderen geschlechtlichen Generation der Flagellaten entstünden. Der Erzeugung der Embryonen soll stets eine Copulation zweier Individuen der geschlechtlichen Generation vorausgehen. Die sog. Keimsäcke sollen aus den bei der Copulation verschmelzenden Nucleï durch Auswachsen, resp. unter Umständen nach einem vorherigen Zerfall der verschmolzenen Nucleï zu mehreren Keimsackanlagen, entstehen. Wie wir schon früher darzulegen Gelegenheit hatten, sind jedoch die von Stein bei Chlamydomonas und Euglena beschriebenen und mit der Embryonenbildung in Zusammenhang gebrachten Copulationszustände keine solchen, sondern bei Chlamydomonas Zwillingsbildungen, bei Euglena dagegen Längstheilungsstadien. Für letztere Gattung wies dies Klebs speciell nach, welcher auch feststellte, dass die Keimsäcke nicht aus dem Kern hervorgehen können, da derselbe auch bei den mit Keimsäcken inficirten Euglenen noch deutlich vorhanden ist. Klebs konnte weiter feststellen, dass die mit den Parasiten behafteten Euglenen in ihrem Wohlbefinden wesentlich beeinflusst sind. Ihre Chlorophyllkörner gehen allmählich zu Grunde, so dass sie schliesslich ganz farblos werden; Stein hat solche farblos gewordenen Individuen der Euglena acus sogar als besondere Geschlechtsgeneration betrachtet. Auch die Paramylonkörper verschwinden allmählich und ölartige rothe Tröpfchen treten auf, doch bleibt die Euglene beweglich bis sie schliesslich zerplatzt und die Schwärmer des Parasiten frei werden. Auf diese Erfahrungen gestützt, erwies denn Klebs für die Euglenen die Irrigkeit der Stein'schen Embryonenlehre; auch Askenasy*) hatte bei Gelegenheit einer Besprechung des Stein'schen Buches schon die wohlbegründete Vermuthung ausge-

*) Bot. Jahresbericht 1878. p. 478.

sprochen, dass die von Stein vorgetragene Lehre der geschlechtlichen Fortpflanzung der Flagellaten auf parasitischen Erscheinungen beruhe. Der erste Beobachter solcher Keimsäcke oder parasitischer Chytridieen in Euglena scheint Carter (99) gewesen zu sein, auch wollte derselbe schon wie Stein den Keimsack aus dem Nucleus hervorgehen lassen. Sehr wahrscheinlich ist ferner, dass auch die von Weisse (87) in encystirten Englenen beobachtete Bildung zahlreicher monadenförmiger Keime von ähnlichen Parasiten hervorgerufen wurde. Diese Deutung ist um so wahrscheinlicher, als Stein die Weisse'sche Beobachtung auf die von ihm geschilderte Embryonenbildung bezieht. Kent acceptirt die Stein'sche Lehre ohne weitere Bemerkung und will seinerseits gelegentlich in beweglichen Euglena viridis einen Zerfall des Plasmas zu einer grösseren Anzahl Keime beobachtet haben, einen Vorgang, welchen er mit der Theilung von Polytoma vergleicht. Die frei gewordenen Keime sollen spindelförmig, sowie mit einem Augenfleck und einer Geissel versehen gewesen sein. Es kann wohl ohne Bedenken angenommen werden, dass auch diese vermeintlichen Keime parasitische Wesen waren.

Aus der im Vorstehenden versuchten Schilderung unserer augenblicklichen Erfahrungen über jene einzelligen endogenen Schmarotzer der Flagellaten ergibt sich, dass dieselben gewiss den Chytridieen am nächsten verwandt sind, wiewohl es vielleicht noch nicht erlaubt ist, sie diesen direct einzureihen.

II. Unterabtheilung (Ordnung) **Choanoflagellata** S. Kent.

(= Craspedomonadina Stein = Cylicomastiges Bütschli.)

1. Uebersicht der historischen Entwicklung unserer Kenntnisse der Choanoflagellata.

Die erste sichere Nachricht über ein zu unserer Abtheilung gehöriges Wesen verdanken wir Ehrenberg, welcher im Jahre 1838 (32), die koloniebildende Codosiga Botrytis auffand, jedoch ihre wahre Natur verkannte und sie zu der Vorticellinen-Gattung Epistylis verwies.

Zwar waren sicher schon vor Ehrenberg hiehergehörige Formen gelegentlich beobachtet worden. So dürften wohl die sog. Squamulae pellucidae, welche O. F. Müller (12) auf den Stielen verschiedener Vorticellinen und Bacillariaceen fand, hiehergehören. Müller scheint in diesen Squamulae eine Art Knospen der besagten Vorticellinen erblickt zu haben und beruft sich bei dieser Deutung auch auf eine Beobachtung von Trembley*) über die Fortpflanzung gewisser Vorticellen durch sich ablösende Brutknospen, doch beziehen sich die Beobachtungen des Letzteren keineswegs auf den Squamulae pellucidae Müller's entsprechende Gebilde**). Auch die von Bory de Vincent***) 1824 kurz beschriebene Form Anthophysis solitaria wurde mehrfach auf die schon erwähnte Codosiga Botrytis zurückzuführen versucht, doch ohne genügende Sicherheit.

Aehnlich wie Ehrenberg beurtheilte noch Stein in den Jahren 1849†) und 1854 (92) gewisse von ihm studirte und abgebildete Choanoflagellaten, die wie Kent (191) hervorhob, wohl z. Th. ebenfalls dem Geschlecht Codosiga angehören. Stein deutete sie als wahrscheinliche Jugendformen gewisser Vorticellinen (Epistylis und Zoothamnium). Auch die Epistylis Botrytis Ehrenberg's rechnete er 1849 als Jugendform zu Epistylis. Dagegen hatte Alex. Braun 1855††) zuerst eine beschalte

*) Philosophical Transact. roy. soc. London, T. 44, P. II. 1747, p. 644 ff.

**) Irrthümlich ist, soweit ich finden kann, die Angabe O. F. Müller's, dass schon Leeuwenhoek eine solche Knospenfortpflanzung der Vorticellen beschrieben habe; die betreffende Bemerkung L.'s in dem 96. Brief der Arcana naturae bezieht sich nicht hierauf, sondern beschreibt die Lösung der Vorticellenindividuen einer Kolonie von ihren Stielen.

***) Encyclop. méth. Hist. nat. des Zoophytes 1824, p. 67.

†) Archiv für Naturgeschichte 1849, Bd. I. p. 126—127, T. II ff. 36 und 37.

††) Ueber die Gattung Chytridium Abhandlungen der Berliner Akademie a. d. J. 1855.

Choanoflagellate der Gattung Salpingoeca beobachtet, jedoch als ein Chytridium gedeutet, mit welcher Gattung er sich damals gerade beschäftigte.

Viel besser schilderte Fresenius im Jahre 1858 (111) die Codosiga Botrytis, welche er als Anthophysa solitaria (Bory) bezeichnete. Er erkannte zuerst die einfache Geissel der Thiere deutlich und bezeichnete den Kragen als einen „zarten, abgestutzten Anhang".

Erst im Jahre 1867 erhielten wir neue Nachrichten über diese Wesen, jetzt aber gleich so vorzügliche und umfassende, dass deren Verfasser, James-Clark, ohne Zweifel als der eigentliche Entdecker und Begründer der Abtheilung bezeichnet werden muss. James-Clark (133) studirte vier Choanoflagellaten so eingehend, dass er nicht nur sämmtliche Organisationsbestandtheile richtig feststellte, sondern auch die Fortpflanzung durch Theilung bei einer derselben auf das Genaueste verfolgte. Namentlich die Morphologie des für die Gruppe characteristischen Kragens erörterte er gründlich und richtig.

Damit ist jedoch die hervorragende Bedeutung der Clark'schen Arbeit nicht erschöpft, denn einer der bedeutsamsten Puncte, welche darin zum ersten Mal festgestellt wurden, ist der Nachweis, dass sich bei den Spongien Zellen finden, welche mit den Choanoflagellaten nahe übereinstimmen. Diesen Fund machte James-Clark zunächst bei einem Kalkschwamm (der sogen. Leucosolenia botryoides Bowrbk.). Schon damals bekannte er sich zu der Ansicht, dass die Spongien als Flagellatenkolonien aufzufassen seien, d. h. als Kolonien der Choanoflagellaten in unserem Sinne. Dieselbe Ansicht suchte er 1871 (148) durch das Studium eines Kieselschwammes (einer Spongilla) noch eingehender zu begründen.

1868 beschrieb Tatem nochmals eine in die Nähe der Gattung Codosiga gehörige neue Form als eine Epistylisart.

Einige wenige Angaben über hiehergehörige Formen finden wir weiter in der Arbeit Greeff's über Vorticellen aus den Jahren 1870 und 1871 *), sowie in dem Werk Fromentel's über die Microzoën, jedoch hatten beide Beobachter keine richtigen Vorstellungen von dem Bau unserer Organismen, so dass ihre Mittheilungen ohne tieferen Werth sind.

Cienkowsky beschrieb im Jahre 1870 (143) einen neuen, sehr interessanten, koloniebildenden Organismus, das Phalansterium consociatum, welches eine wichtige Bereicherung unserer Gruppe bildete, wenn auch sein Entdecker die Beziehungen zu den von James-Clark so genau characterisirten Formen nicht erkannte.

Das durch James-Clark so vorzüglich inaugurirte Studium der Choanoflagellaten fand in England einen eifrigen Förderer in Saville Kent, welcher auch die Ansichten seines Vorgängers über die nahen Beziehungen der Spongien zu unserer Abtheilung völlig acceptirte und durch eigene Untersuchungen fester zu begründen suchte. Seit dem Jahre 1871 (147), in welchem Kent seine ersten kurzen Mittheilungen

---

*) Archiv für Naturgeschichte 1870 und 1871 (T. VII. fig. 18 und 19).

über einige Choanoflagellaten publicirte, widmete er ihrem Studium besondere Aufmerksamkeit und veröffentlichte auch im Laufe der siebziger Jahre eine Anzahl seiner Beobachtungen; so im Jahre 1878 zwei Arbeiten, von welchen sich die erste (172) gegen die Haeckel'sche Auffassung der sog. „Physemarien" wendet und deren Spongiennatur zu erweisen sucht. Die zweite wichtigere Arbeit (178) dagegen sucht nachzuweisen, dass die Spongien sich in allen ihren Beziehungen als Kolonien von Choanoflagellaten betrachten lassen. Dabei stützt sich der Verfasser auf eine ziemliche Reihe eigener Untersuchungen über den Bau und die Fortpflanzung der Schwämme. Wir halten uns hier nicht für berechtigt, ein Urtheil über die positiven Leistungen Kent's auf dem Gebiet der Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Spongien zu äussern, da die übrigen Bearbeiter der Schwämme seltsamer Weise die Arbeit Kent's bis jetzt ganz unberücksichtigt gelassen haben.

Eine weitere Mittheilung über unseren Gegenstand, die ich jedoch nicht Gelegenheit hatte zu sehen, veröffentlichte Kent noch im gleichen Jahr (174). Eine vollständige Zusammenstellung fremder wie eigener Erfahrungen über unsere Gruppe bot schliesslich sein schon erwähntes umfangreiches Handbuch der Infusorien (191). Bau und Fortpflanzung, sowie die allgemeine Formenkenntniss der Choanoflagellata erfahren darin in gleicher Weise eine sehr bedeutsame Bereicherung. Unter den zahlreichen von Kent entdeckten neuen Formen finden sich eine Reihe sehr interessanter und für die allgemeine Beurtheilung der Gruppe wichtiger, doch dürfte die Artsonderung im Allgemeinen wohl zu weit getrieben sein.

Ohne hier Weiteres über das Kent'sche Werk zu berichten, dessen Ergebnisse der speciellen Darstellung vorbehalten bleiben müssen, erinnern wir nur nochmals an die schon bei Gelegenheit der Flagellaten bemerkten Worte über die Beurtheilung der Kent'schen Leistungen.

Das Jahr 1878 bot jedoch noch vor dem Erscheinen der Kent'schen Bearbeitung der Choanoflagellata auch zwei deutsche Leistungen auf unserem Gebiet. Im Beginn desselben erschienen Bütschli's Beiträge (180), welche zwar nur einen beschränkten Kreis von Formen behandelten, jedoch als selbständige Bestätigung der bis dahin in Deutschland ziemlich unberücksichtigt gebliebenen Befunde Clark's immerhin einigen Werth beanspruchen durften. Viel umfangreichere Studien über unsere Gruppe konnte Stein in seinem Flagellatenwerk (176) mittheilen. Obgleich daher unsere Gruppe verhältnissmässig erst seit kurzer Zeit wirklich bekannt wurde, ist unser Wissen von derselben doch schon zu einem ziemlich ausgedehnten herangewachsen. In jüngster Zeit ist den schon hervorgehobenen Leistungen kaum etwas Bemerkenswerthes zugefügt worden*).

---

*) Literatur schon bei Flagellata p. 650 ff. aufgeführt. Die betreffenden Nummern sind mit einem * bezeichnet.

2. Allgemeine Schilderung der Choanoflagellata.

Schon bei früherer Gelegenheit wurde des charakteristischen Kennzeichens der Gruppe, nämlich des die Geisselbasis umgebenden protoplasmatischen Kragens mehrfach gedacht. In allen sonstigen Verhältnissen des Baues, der Fortpflanzung und der Lebensweise schliessen sich die Choanoflagellaten den früher besprochenen eigentlichen Flagellaten so innig an, dass es gerechtfertigt sein wird, wenn wir uns bei ihrer Schilderung möglichst kurz fassen und hauptsächlich die Differenzen betonen. Wie die gesammte Gruppe nur einen geringen Umfang besitzt, ist auch die Manichfaltigkeit der organisatorischen Entfaltung innerhalb derselben nicht gross und wird vorzüglich durch Gehäuse- und Koloniebildungen bedingt, wogegen der eigentliche Thierkörper ein recht einförmiges Gepräge darbietet. Es scheint daher auch die Aufstellung von Untergruppen fast unnöthig; dennoch möge gleich hier betont werden, dass sich, so weit unsere Kenntnisse zur Zeit reichen, zwei Abtheilungen formiren lassen, von welchen sich die der Phalansterinen durch rudimentäre Entwicklung des Kragens von der zweiten, den Craspedomonadinen unterscheidet, in welch' letztrer Abtheilung der Kragen stets seine charakteristische Entfaltung darbietet.

Die, wie betont, im Ganzen auf niederer Stufe verharrende Organisation, welche sich namentlich auch darin ausspricht, dass nie mehr wie eine Geissel existirt, rechtfertigt auch die Ableitung unserer Gruppe von einfacheren Formen der Monadinenreihe, mit welchen denn auch die Choanoflagellaten in vieler Hinsicht übereinstimmen, wenn wir von dem eigenthümlichen Kragen absehen.

Gestaltsverhältnisse. Wenn auch die Choanoflagellaten zahlreichen einfachen Monadinen darin gleichen, dass ihre Gestalt sowohl durch Contractionen als auch durch amöboide Bewegungen veränderlich sein kann, so lässt sich doch ein Grundtypus der Gestaltung nicht verkennen. Derselbe ist ein recht ausgesprochen monaxoner. Stets existirt eine Hauptaxe des Körpers, von deren vorderem Ende die Geissel entspringt und welche, über das Vorderende hinaus verlängert, zu der Kragenaxe würde. Fast ausnahmslos ist ferner diese Hauptaxe auch die Längsaxe, indem der Körper in ihrer Richtung mehr oder minder gestreckt ist. Nicht sehr verlängerte Formen können sich wohl bis zur Kugelgestalt contrahiren, selten erscheint dagegen die kuglige Gestalt als die normale. Am häufigsten begegnen wir einer mehr oder weniger regelmässig ellipsoidischen Gestaltung von mässiger Längsstreckung (49,1), welche jedoch bei einzelnen Formen der Gattung Salpingoeca langellipsoidisch, ja fast cylindrisch werden kann (49,6). Meist wird aber die rein ellipsoidische Form dadurch aufgehoben, dass das den Kragen und die Geissel tragende Vorderende mehr oder minder verschmälert, ja nicht selten halsartig verlängert ist (49,4). Das Hinterende erscheint entweder einfach abgerundet oder läuft, sich

verschmälernd, mehr oder weniger zugespitzt aus. Letzteres ist speciell bei den auf Stielen befestigten Formen eine gewöhnliche Erscheinung (T. 48, 16).

Die von der Kragenbasis eingeschlossene Area des Vorderendes, aus deren Centrum die Geissel entspringt, erscheint meist schwach gewölbt bis etwas kegelig erhoben und ist nicht selten durch eine schwache Einschnürung an der Kragenbasis von dem übrigen Körper abgesetzt. — Eine Abweichung von der regelmässig monaxonen Gestalt wird, wie gesagt, selten beobachtet, doch findet man solches nicht selten bei den koloniebildenden Codosiga und Codonocladium, wo sich eine grössere Anzahl von Individuen auf dem Ende eines Stieles dicht zusammengruppirt, mehr oder minder angedeutet, indem hier die Krümmung der Aussenseite des Körpers etwas stärker ist wie der nach dem Centrum der Individuengruppe schauenden Seite. Es rührt diese Asymmetrie hier wohl sicher daher, dass sich die Individuen in ihrer centralen Entwicklung gegenseitig hemmen.

Morphologie und Physiologie des Kragens und der Geissel. Der Kragen, dieses für die ganze Abtheilung bezeichnendste Organ, wurde zuerst von James-Clark (125) richtig erkannt. Er wird stets von einer so dünnen Plasmahaut gebildet, dass seine Beobachtung auch mit guten Systemen und Beleuchtungsvorrichtungen eine schwierige ist. Es ist daher natürlich, dass die früheren Forscher, mit einziger Ausnahme von Fresenius (102), den Kragen nur unvollständig wahrnahmen und darstellten, so nämlich, wie er auch einem besser orientirten Beobachter beim ersten Anblick stets erscheint. Am schärfsten und dunkelsten muss sich nämlich der optische Durchschnitt der Kragenwand in Gestalt zweier, zu den Seiten der Geisselbasis entspringender und gewöhnlich divergirender Linien darstellen (T. 48, 16 a und b), während der freie Kragenrand wegen seiner Feinheit und Blässe meist nur sehr schwierig wahrzunehmen ist. Auf den Abbildungen der verschiedenen Forscher ist derselbe, wo er gezeichnet wurde, denn auch gewöhnlich in schematischer Weise zu scharf und dunkel gehalten (T. 48, 16c etc.). Auf die Beobachtung des optischen Durchschnittes beschränkten sich also die Wahrnehmungen der früheren Beobachter, nur Fresenius schilderte den Kragen bei Codosiga Botrytis als einen „zarten abgestutzten Anhang, aus welchem die Geissel hervorrage“. Wie bekannt, ist der Kragen, wenigstens bei den Craspedomonadinen, ein gestaltsveränderliches Organ, ja er kann auch unter Umständen ganz eingezogen und wiederum neu gebildet werden. Auf diese Beobachtung, welche noch durch das Verhalten des Kragens bei der Theilung und der Nahrungsaufnahme unterstützt wird, gründet sich denn auch die Ueberzeugung, dass das fragliche Organ aus eigentlichem, sehr hellem und, soweit die Beobachtungen bis jetzt reichen, homogenem Plasma gebildet wird. Nur Kent (182) beschreibt die Kragenhaut als sehr fein granulirt, auf seinen Abbildungen ist jedoch nichts davon zu sehen.

Etwas anders verhält sich nach den Beobachtungen Cienkowsky's und Stein's der Kragen der Phalansterinen, auf dessen Vergleichbarkeit mit dem der Craspedomonadinen Bütschli zuerst hinwies (171). Einmal bleibt der Kragen bei dieser Gruppe immer verhältnissmässig klein, so dass er wie eine kurze und enge, um die Geisselbasis sich erhebende Scheide erscheint, als welche ihn auch Stein bezeichnet (T. 48, 14a). Letzterer leugnet denn auch die nähere Verwandtschaft der beiden Abtheilungen und zieht die Phalansterinen zu der Familie der Spongomonadinen (Flagellaten). Eine active Gestalts- oder Grössenveränderung scheint an dem Kragen der Phalansterinen nie wahrgenommen worden zu sein; Stein bezeichnet ihn sogar als „resistent". Immerhin scheint die Beobachtung Cienkowsky's, dass der Kragen bei der Encystirung des Phalansterium consociatum „eingeht", dafür zu sprechen, dass er auch hier protoplasmatischer Natur und daher, wie Kent und ich annehmen, dem der Craspedomonadinen zu homologisiren ist. — Schliessen wir hier gleich einige Bemerkungen über die specielleren Formverhältnisse dieses Phalansterinenkragens an. Wie bemerkt, ist derselbe verhältnissmässig kurz, indem seine Länge etwa ein Fünftel bis ein Drittel der Körperlänge erreicht. Ebenso ist er auch eng, besitzt aber, wie es scheint stets, an der Basis einen etwas grösseren Durchmesser wie an dem distalen Ende, so dass er eine enge, distalwärts sich schwach konisch zuspitzende Röhre darstellt. Da die Gestalt des Phalansteriumkörpers selbst eine etwas veränderliche ist, so erscheint der Kragen bald von dem mehr verbreiterten Vorderende des Körpers deutlich abgesetzt oder bald, wenn das letztere verschmälert ausgezogen ist, gewissermassen als Verlängerung desselben.

Bei weitem umfänglicher ist nun der Kragen im normalen Zustand bei den Craspedomonadinen und weicht auch im uncontrahirten Normalzustand stets darin von dem der Phalansterinen ab, dass er sich umgekehrt wie der letztere distalwärts erweitert, also eine umgekehrt kegelförmige Gestalt besitzt.

Eine solche trichterförmige Erweiterung nimmt der Kragen der Craspedomonadinen im ungestört functionirenden Zustand wohl durchaus an, doch ist die Erweiterungsfähigkeit bei den verschiedenen Formen in etwas verschiedenem Grade vorhanden. Während manche nackte Formen nie mehr als eine schwach trichterförmige Erweiterung zeigen, können gewisse Salpingoecaarten ihren Kragen weit schüsselförmig ausbreiten. Natürlich ändert sich unter sonst gleichen Verhältnissen die relative Höhe des Kragens mit dem Maasse der Ausbreitung. Je stärker die letztere wird, desto mehr nimmt die Höhe ab, wie auch directe Beobachtung lehrt. Ganz streng wird diese Beziehung jedoch wohl nicht eingehalten werden, da der Kragen sicher auch durch neue Zufuhr von Plasma wachsen kann.

Zur allgemeinen Orientirung über die Grössenentwicklung des Kragens bemerken wir hier, dass derselbe bei sehr langgestreckten

Thieren etwa ein Drittel der Körperlänge erreicht, gewöhnlich aber im voll entwickelten Zustand eine Höhe von etwa zwei Drittel bis völliger Körperlänge besitzt. Doch finden sich auch Fälle, wo die Kragenhöhe die Körperlänge ansehnlich übertrifft; so kann der Kragen der Monosiga gracilis nach Kent die doppelte Körperlänge erreichen.

Bei mittlerer Ausbreitung übertrifft der distale Durchmesser des Kragens den grössten Breitedurchmesser des Körpers meist noch etwas; bei sehr ausgebreiteten Kragen kann der distale Durchmesser aber mehr wie die dreifache Körperbreite betragen.

Gewöhnlich scheint die Gestalt des Kragens eine rein kegelförmige zu sein, wenigstens sprechen hiefür die Erfahrungen von James-Clark, Stein und mir; seltener ist dagegen die Kragenwand nach aussen schwach convex gewölbt, wie es James-Clark und Stein z. Th. bei Salpingoecen angeben. Kent bildet letzteres Verhalten fast bei sämmtlichen Craspedomonadinen ab; ich muss jedoch eine solch' allgemeine Verbreitung dieser Kragenform bestreiten.

Wie bemerkt, besitzt der Kragen der Craspedomonadinen wie auch deren Körper, ein sehr ausgesprochenes Contractionsvermögen. Z. Th. ohne besondere Veranlassung, meist jedoch bei Beunruhigung der Wesen durch heranschwimmende andere Organismen, lässt sich die Contraction des normal ausgebreiteten Kragens deutlich beobachten. Sehr rasch, z. Th. plötzlich, sieht man dann den erweiterten distalen Rand des Kragens sich verengern und auf einen Durchmesser herabsinken, welcher gewöhnlich geringer wie der der Kragenbasis ist, so dass die Gestalt des Kragens nun eine aufrecht kegelförmige wie bei den Phalansterinen wird. Bei dieser Contraction wird sich natürlich gewöhnlich die Höhe eines sehr ausgebreiteten Kragens vergrössern. Dieselbe Contraction des Kragens wird auch eintreten, wenn sich, wie es oft geschieht, die Thiere der gehäusebewohnenden Salpingoeca plötzlich in das Gehäuse zurückziehen, wobei sich der Kragen natürlich verengern muss. Bei der Contraction des Kragens von Salpingoeca konnte nun James-Clark beobachten, dass die Kragenhaut in eigenthümliche schwingende Bewegungen gerieth, die ihn an den Anblick einer schwingenden Stimmgabel erinnerten. Von anderer Seite liegen keine Beobachtungen über ein solches Phänomen vor. — Es bedarı kaum besonderer Erwähnung, dass sich ein in der geschilderten Weise contrahirter Kragen auch wieder zu erweitern vermag. — Bei heftigerer Beunruhigung — wie später zu schildern sein wird, jedoch auch noch unter anderen, mit der Encystirung und Fortpflanzung in Verbindung stehenden Verhältnissen — kann die besprochene Contraction des Kragens zu einer theilweisen bis völligen Einziehung desselben führen. Hierbei verkürzt sich der Kragen, wie es scheint rasch, mehr und mehr, indem sein Plasma in den Körper zurücktritt, und schliesslich kann dieser Rückfluss so weit gehen, dass der Kragen völlig schwindet. In umgekehrter Richtung kann jedoch auch ein Wiederhervorwachsen des theilweise oder

gänzlich eingezogenen Kragens stattfinden, wobei nach den Beobachtungen von James-Clark der wiederhervorwachsende, noch niedere Kragen zunächst eine grössere Dicke zu besitzen scheint und erst allmählich bei weiterer Höhenzunahme die Zartheit des entwickelten Kragens erlangt. Das geschilderte Einziehen und Hervorwachsen des Kragens dürfte nicht mehr als ein Contractionsphänomen zu betrachten sein, sondern als eine Protoplasmabewegung nach Analogie der Pseudopodienbewegung.

Die von Kent dem Plasma des Kragens zugeschriebenen Strömungserscheinungen werden wir besser erst bei Gelegenheit der Erörterung der Kragenfunction betrachten. Ebenso kommen wir auf die Darstellung, welche Entz*) von dem Bau unseres Organes gibt, geeigneter bei dieser Gelegenheit zurück.

Eine etwas eigenthümliche Modification des Kragens will Robin (185) bei einer Codosiga, welche er nur als Varietät der gewöhnlichen C. Botrytis betrachtet, beobachtet haben. An Stelle des Kragens sollen sich hier in gleichen Abständen um die Geisselbasis 4 rigide und unbewegliche Cirren finden, welche im allgemeinen eine solche Stellung einnehmen, dass sie in der Kragenmembran verliefen, wenn eine solche vorhanden wäre. Robin will denn auch gelegentlich die 4 Cirren durch eine feine Kragenmembran verbunden gesehen haben. Ich kann gewisse Zweifel an der Richtigkeit dieser Beobachtung nicht unterdrücken, um so mehr, als Robin selbst bemerkt, dass man alle 4 Cirren nur schwierig bemerken könne und zunächst gewöhnlich nur zwei derselben zu sehen seien. — Seltsamer Weise soll diese Codosiga noch eine weitere Besonderheit zeigen, wie sie bei keiner anderen Choanoflagellate bis jetzt wahrgenommen wurde. Direct um die Geisselbasis soll sich eine kurze und enge, kragenartige Scheide erheben, von homogener oder längsgestreifter Beschaffenheit, also gewissermassen ein zweiter innerer Kragen. Derselbe soll sich abwechselnd erweitern und verengern. Kent glaubt die Robin'sche Beobachtung der 4 Cirren an Stelle des Kragens als eine theilweise Reduction dieses Organs unter Zurücklassung einiger pseudopodienartiger Gebilde betrachten zu können, und bringt damit gewisse von ihm bei Salpingoeca Amphoridium beobachtete Stadien in Verbindung, wo sich an Stelle des Kragens ein reicher Kranz feiner Pseudopodien erhob (T. 49, 8 d). Mir scheint dieser Deutungsversuch schon auf Grund der Beschreibung Robin's unzulässig, da letzterer die rigide Beschaffenheit der Cirren bestimmt betont.

Ueber die stets einfache Geissel unserer Organismen ist weniges zu bemerken. Entsprechend der Kleinheit der Choanoflagellaten ist sie gewöhnlich recht fein und wie wir dies im Allgemeinen auch bei den Flagellaten fanden, von durchaus gleicher Dicke in ihrer ganzen Länge. Meist entspringt sie scharf abgesetzt von dem Centrum der Kragenbasis, nur bei gewissen Salpingoecen geht ihr basales Ende unter

*) Termeszetrjzi Füzetek. Vol. VII. 1883.

konischer Verdickung in den Körper über. Ihre Länge ist im Ganzen keine besonders beträchtliche und erreicht im Minimalfall etwa die anderthalbfache Körperlänge, um sich unter Umständen bis zu der vierfachen zu erheben. Gewöhnlich finden wir eine Geissel von zwei- bis dreifacher Körperlänge. — Hinsichtlich der Geisselbewegungen begegnen wir ähnlichen Erscheinungen wie bei manchen Flagellaten. Bei den fast stets festsitzenden Choanoflagellaten hat die Geissel wesentlich die Bedeutung, durch Erregung von Wasserströmungen dem Körper Nahrungspartikel zuzuführen. Unter diesen Umständen scheint es auch begreiflich, dass gerade bei unseren Wesen die Geissel häufig längere Zeit ganz bewegungslos und anscheinend rigid gefunden wird. In diesem Zustand besitzt sie meist einen flach bogig geschwungenen Verlauf, worauf zuerst James-Clark aufmerksam machte. Sehr gewöhnlich ist, dass die Geissel sich erst schwach nach der einen und dann in ihrer distalen Hälfte nach der anderen Seite ausbiegt. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, dass diese Biegungen der Geissel in ähnlicher Weise, wie es schon früher für die Flagellaten erörtert wurde, auf eine sehr steile Schraubenkrümmung der ruhenden Geissel zurückzuführen sind. Kent ist wenigstens für Salpingoeca Amphoridium der Ansicht, dass auch die scheinbar ruhende Geissel in sehr rapider Wirbelbewegung begriffen sei; ich kann jedoch nicht verstehen, dass das Bild einer ruhenden Geissel, wie er meint, bei solchen Wirbelbewegungen zu Stande kommen soll.

Tritt die Geissel in Action, so finden wir bei nicht wenigen Formen, dass bei schwächeren Graden der Bewegung, ähnlich wie dies bei vielen Flagellaten beobachtet wird, nur ihr Endstück in Wellenbewegung geräth. Es kann sich aber bei denselben Formen diese Bewegung auch über die ganze Geissel ausdehnen und bei anderen scheint dies das Gewöhnliche zu sein. In heftigere Bewegung geräth die Geissel nach James-Clark gewöhnlich dann, wenn Fremdkörper oder Auswurfsstoffe aus der Höhlung des Kragens entfernt werden sollen. Auch peitschenförmige Bewegungen der gesammten Geissel sind gelegentlich zu beobachten

F u n c t i o n d e s K r a g e n s u n d d e r G e i s s e l. Es herrscht Einstimmigkeit unter den Beobachtern, dass der Kragen wenigstens bei den Craspedomonadinen ein mit der Nahrungsaufnahme in Beziehung stehendes Organ ist; dagegen gehen die Ansichten über die Rolle, welche er dabei spielt, weit auseinander. James-Clark glaubte, dass er etwa wie ein Trichterapparat functionire, welcher die von der Geissel in ihn geschleuderten Nahrungspartikel zu der an der Geisselbasis vermutheten Mundöffnung führe. Dass der Kragen in directerer Weise, als es James-Clark vermuthete, an der Nahrungsaufnahme betheiligt ist, konnten etwa zu gleicher Zeit Bütschli und Kent feststellen, doch weichen die Beobachtungen derselben in fundamentaler Weise von einander ab. Kent (163, 182) findet, dass durch die Bewegungen der Geissel im Umkreis

des Thieres ein von dem Hinter- nach dem Vorderende desselben eilender Strom erzeugt würde, welcher Nahrungspartikel oder dem Wasser beigemischte Karminkörnchen gegen die äussere Fläche des Kragens führe, wo sie kleben bleiben. Indem nun das Plasma der Kragenwand in einer fortdauernden, strömenden Bewegung begriffen sei, welche auf der Aussenfläche von der Basis nach dem freien Kragenrand gehe, dann auf die Innenfläche übertrete und auf dieser nach der Kragenbasis zurückkehre, würden die von der Aussenfläche des Kragens festgehaltenen Nahrungspartikel den gleichen Weg geführt und gelangten schliesslich nach der von der Kragenbasis umschlossenen Area um den Geisselursprung. Hier würden sie denn von dem Körperplasma aufgenommen. Eine besondere Mundöffnung finde sich in dieser Area nicht, sondern jede Stelle derselben sei gleich geschickt die Nahrungskörper aufzunehmen. Genauere Angaben über den eigentlichen Vorgang der Incorporirung der Nahrungspartikel theilt jedoch Kent nicht mit.

Wie gesagt, weicht das, was Bütschli (171) bei Codosiga von der Nahrungsaufnahme beobachtete, von den Kent'schen Angaben ab. Auch er sah, wie die Nahrungspartikel auf der Aussenfläche des Kragens ankleben und dann gegen die Kragenbasis herabrücken, jedoch nicht auf dessen Innenfläche, sondern direct auf der Aussenseite Dicht hinter der Kragenbasis wurde nun auf der Aussenfläche des Körpers zeitweise ein vacuolenartig vorspringendes helles Gebilde beobachtet (T. 48, 16d, no), welches nach einiger Zeit verschwand, worauf denn nach einem gewissen Zeitraum ein ähnliches Gebilde auf der entgegengesetzten Körperseite auftauchte. Es liess sich nicht sicherstellen, wurde aber wahrscheinlich, dass dieses Schwinden und Wiederauftauchen des Gebildes von einem Herumwandern desselben um den Körper herrühre. Schliesslich liess sich dann beobachten, dass die an der Aussenfläche des Kragens herabgerückten Nahrungspartikel, sobald sie mit dem vacuolenartigen Vorsprung in Berührung kamen, von demselben aufgenommen und dem Körperplasma einverleibt wurden.

Diese Beobachtungen Bütschli's an Codosiga Botrytis wurden in neuester Zeit von Entz*) an einer als Codonocladium corymbosum bezeichneten Form im Wesentlichen bestätigt, jedoch in recht abweichender Weise gedeutet. Das vacuolenartige, über die Körperoberfläche vorspringende Gebilde hält Entz für einen losgeschlitzten Theil des basalen Abschnittes des Kragens, wie er denn, abweichend von allen übrigen Beobachtern, den Kragen nicht für einen geschlossenen Trichter oder Röhre, sondern für „eine papiertrichterartig gedrehte feine, protoplasmatische Membran“ hält, „deren unterer Theil sich bei der Nahrungsaufnahme vom Trichter losdrehe und das sogen. vacuolenartige Gebilde darstelle“. Mir ist bei dieser Auffassung namentlich nicht recht verständ-

*) l. p. 884 c.

lich, wie sich Entz das doch auch von ihm bestätigte Auftreten dieses Gebildes an wechselnden Körperstellen erklärt. Nur bei der Aufnahme fester Nahrungstheilchen soll sich übrigens das Gebilde abschlitzen. In „der Tiefe“ der abgeschlitzten Membran soll sich nun eine, während der Nahrungsaufnahme bemerkbare feine Mundöffnung finden, welche in einen spaltartigen Schlund führe. Das aufgenommene Wasser sammt den Nahrungspartikeln sammle sich am inneren Ende dieses Schlundes in einer sich hier bildenden Vacuole an, einer sogen. Schlingvacuole nach Entz, welche sich alsdann contrahire und Wasser nebst Nahrung in das Plasma presse. Wir werden später bei Besprechung der contractilen Vacuolen auf diese Schilderung nochmals zurückkommen, weil das, was Entz hier als eine Schlingvacuole mit der Nahrungsaufnahme in Beziehung bringt, seither allgemein als eine gewöhnliche contractile Vacuole betrachtet wurde.

Wenn nun auch die Kent'sche Schilderung der Nahrungsaufnahme sehr bestimmt klingt, so kann ich mich doch nicht entschliessen, meine mit aller Deutlichkeit gemachten Beobachtungen zu bezweifeln, um so weniger als dieselben, was das Thatsächliche betrifft, in den Mittheilungen von Entz eine Bestätigung gefunden haben. Jedenfalls sind erneute Untersuchungen erforderlich, um die hinsichtlich der Nahrungsaufnahme der Craspedomonadinen herrschenden Meinungsverschiedenheiten aufzuklären. — Fraglich muss es zur Zeit erscheinen, ob auch der wenig entwickelte Kragen der Phalansterinen eine Rolle bei der Nahrungsaufnahme spielt. Wir wissen von diesen Formen durch Cienkowsky nur so viel, dass sie feste Nahrung aufnehmen; über die Art, wie dies geschieht, ist jedoch gar nichts bekannt. — Hinsichtlich der Ausstossung der Nahrungsreste, über die wir hier gleich einige Bemerkungen anschliessen wollen, herrscht dagegen erwünschte Uebereinstimmung unter den Beobachtern. Dieselbe erfolgt bei den Craspedomonadinen, wie zuerst James-Clark nachwies, und später Bütschli wie Kent bestätigten, in der von der Kragenbasis umschlossenen Area. Eine Afteröffnung existirt natürlich nicht. Bütschli sah bei Codosiga, dass sich das Plasma der Area bei der Ausstossung eines Körnchens keglig erhob (T. 48, 16c), worauf aus der Spitze des Plasmakegels das auszustossende Körnchen hervortrat, worauf das Plasma wieder zurücksank.

Ueber die allgemeine Beschaffenheit des Körperplasmas ist kaum etwas zu bemerken. Die Unterscheidung eines Ectoplasmas ist nicht möglich. Eine ausgesprochene Färbung besitzt das Plasma jedenfalls nicht. Gewöhnlich erscheinen die Formen von schwach bläulich- bis gelblichgrüner Färbung; James-Clark spricht bei gewissen auch von gelber Farbe und beschreibt die Salingoeca marina sogar als dunkelbraun. Ich möchte aber vermuthen, dass diese Färbungen wesentlich durch die Einrichtung des Mikroskopes bedingt sind. Irgend welche eigentlichen Pigmente oder Chromatophoren kommen den bekannten Choanoflagellaten nicht zu. Im Plasma sind feinere oder mässig grobe

dunklere Körnchen mehr oder weniger regelmässig vertheilt, von welchen sich ein Theil meist als aufgenommene Nahrungspartikel recognosciren lässt. Ausserdem findet man das Plasma häufig auch von Vacuolen in grösserer oder geringerer Zahl durchsetzt. Unter diesen begegnet man gewöhnlich auch solchen, welche sich durch ihren Inhalt als Nahrungsvacuolen erweisen. Wie schon bemerkt, finden wir die Nahrungspartikel aber auch frei im Plasma. Gewöhnlichen Flüssigkeitsvacuolen begegnet man, wie meine Beobachtungen an Codosiga und die Abbildungen Stein's erweisen, besonders reichlich bei den gehäuselosen Formen, obgleich auch die Salpingoecen zuweilen eine ziemliche Menge derselben enthalten. Bei Codosiga Botrytis entwickeln sich nicht selten einige derartige Vacuolen so ansehnlich, dass sie nur noch durch dünne Plasmawände geschieden werden und der Körper mehr oder weniger blasig erscheint (T. 48, 16a—b).

Contractile Vacuolen bilden einen regelmässigen Bestandtheil des Körpers unserer Choanoflagellaten und finden sich gewöhnlich in dem hinteren Leibesdrittel. Nur wenn ihre Zahl eine beträchtlichere wird, treten sie zum Theil auch mehr in dem Vorderkörper auf.

Ihre Zahl scheint bei den verschiedenen Formen ziemlichen Schwankungen zu unterliegen und auch bei einer und derselben Art nicht stets constant zu sein. Während Cienkowsky bei Phalansterium consociatum 1 bis 2 von unregelmässiger Stellung angibt, zeichnet Stein stets nur eine ziemlich weit nach hinten gelagerte bei den beiden von ihm beobachteten Arten. Eine contractile Vacuole zeichnet Stein auch constant bei Hirmidium Phalanx (Codonodesmus Stein), während Kent bei seinem, von der Stein'schen Art wohl schwerlich verschiednen H. moniliformis zwei bis mehr Vacuolen angibt. Ein ganz ähnlicher Widerspruch findet sich in den Angaben der beiden Forscher bezüglich der von Stein Salpingoeca ampullacea genannten Form, welche Kent als S. Amphoridium Clark aufführt und die auch wohl nicht scharf von der Clark'schen Form zu trennen ist. Stein bildet bei derselben stets nur eine Vacuole ab, Kent gibt dagegen deren drei bis vier an, was mit den früheren Angaben von James-Clark übereinstimmt, welcher in seltenen Fällen sogar 5 beobachtet haben will. Es kann hier nicht unsere Aufgabe sein, die in mancher Hinsicht widerspruchsvollen oder unsicheren Angaben über die Zahl der contractilen Vacuolen eingehender zu erörtern, es genüge darauf hinzuweisen, dass eben die Fünfzahl die höchste bis jetzt beobachtete ist und dass sich recht häufig nur zwei Vacuolen zu finden scheinen, welche dann im hinteren Körperdrittel an entgegengesetzten Seiten, meist nicht ganz in derselben Höhe liegen und sich abwechselnd contrahiren. Tritt noch eine dritte Vacuole auf, so scheint sie gewöhnlich eine mittlere Lage zwischen diesen beiden an der hinteren Körperspitze einzunehmen. Vier Vacuolen sah James-Clark bei gewissen Salpingoecen gewöhnlich so gelagert, dass sich an beiden Seiten des Körpers je zwei hinter einander fanden. — Ueber die zeitlichen Verhältnisse der Contrac-

tionen findet man bei James-Clark und Kent einige Angaben, welche hier nicht reproducirt werden sollen.

Bezüglich der Neubildung der Vacuolen nach der Systole liegen nur wenige Angaben von Clark und Bütschli vor. Bei der Salpingoeca vaginicola St. (? gracilis B.) sah der letztere die Neubildung der Vacuole in der bekannten Weise durch Zusammenfluss mehrerer kleiner. Bei Codosiga Botrytis bildet sich an Stelle der verschwundenen Vacuole unter der Körperoberfläche zunächst ein länglicher Flüssigkeitsraum, dessen Entstehung nicht genauer zu verfolgen war und erst kurz vor der Systole erfolgt die Abrundung desselben zu einer gewöhnlichen Vacuole. Es wurde nun schon oben angedeutet, dass Entz der Ansicht ist, es sei nur die eine Vacuole der zweivacuoligen Formen eine eigentlich contractile, die andere dagegen eine zur Nahrungsaufnahme bestimmte sogen. Schlingvacuole. Er sucht denn auch den von James-Clark und Bütschli bei der Bildung der Vacuole beobachteten länglichen Flüssigkeitsraum anders zu deuten, und erklärt ihn für den Schlund, welchen er, wie oben erwähnt wurde, den Choanoflagellaten zuschreibt. Ich muss gestehen, dass mir diese Deutung recht unwahrscheinlich vorkommt.

Ein einziger und kleiner Nucleus kommt den Choanoflagellaten regelmässig zu. Derselbe liegt stets im Vorderende des Körpers in geringer Entfernung hinter der Geisselbasis. Sein Bau ist wie bei den einfacheren Flagellaten ein ausgesprochen bläschenförmiger. Stets ist er kuglig und enthält einen relativ ansehnlichen, kugligen Nucleolus, der von einer hellen Kernsaftzone umgeben ist. Bei Behandlung mit Reagentien tritt um die Kernsaftzone auch eine etwas körnelige dunkle Hülle deutlich hervor, welche meiner Ansicht nach wahrscheinlich nicht die eigentliche Kernmembran, sondern eine Kernrindenschicht ist. Von Theilungserscheinungen dieses Nucleus ist bis jetzt kaum etwas bekannt.

Stiel- und Gehäusebildungen. Der Mangel jeglicher Skeletbildungen, wenn wir unter dieser Bezeichnung die Stiel- und Gehäusebildungen zusammenfassen, ist eine im Ganzen seltne Erscheinung unter den Choanoflagellaten, wir finden solche Formen einerseits in der Kent'schen Gattung Monosiga und zwar sind dies nackte mit dem mehr abgerundeten oder verschmälert ausgezognen Hinterende direct festgeheftete Formen, welche auch als die einfachsten unter den Craspedomonadinen zu betrachten sind. Andererseits bestehen auch die eigenthümlichen Kolonien der Gattung Hirmidium (Codonodesmus St.) aus ganz skeletlosen Individuen. Die meisten Codonosoginen besitzen dagegen das Vermögen, an ihrem Hinterende einen meist ziemlich feinen und drehrunden Stiel auszuscheiden. Ich bediene mich hier dieses Ausdrucks ohne damit ausschliessen zu wollen, dass derselbe nicht etwa auch durch directe Umbildung des Plasmas gebildet werden möge. Im Gegentheil liesse sich hierfür sogar einiges anführen, indem einmal die Thiere nicht selten mit einer stielförmig ausgezognen Partie ihres Hinterendes auf dem

Vorderende des eigentlichen Stieles aufsitzen (T. 48, 16a) und Kent für seine Monosiga gracilis besonders hervorhebt, dass die vordere Stielhälfte stets einen weichen, plasmatischen Charakter bewahre.

Im Allgemeinen erinnern die zu schildernden Stielbildungen lebhaft an die der Dendromonadinen unter den Flagellaten und auch die im Zusammenhang damit entwickelnden Kolonien sind ähnliche. Die Stielsubstanz ist gewöhnlich homogen und glasartig, nur selten (Codosiga) bei älteren Stielen etwas gelblichbraun. Sie scheint eine ziemliche Festigkeit zu besitzen. Erfahrungen über ihre chemische Beschaffenheit liegen nicht vor. Gewöhnlich werden die Stiele, auch die dickeren der koloniebildenden Formen, als ganz solid und undifferenzirt geschildert, nur Bütschli fand an den dickeren Stielen der Codosiga Botrytis eine äussere dunklere Stielwand und eine helle Centralmasse, so dass er diese Stiele in gewissem Sinn als röhrenförmige bezeichnet. Zur Befestigung auf der Unterlage scheint sich der Stiel sehr gewöhnlich an seiner aufgewachsenen Basis etwas scheibenförmig zu verbreitern (T. 48, 16a); Kent wenigstens bildet ein solches Basalscheibchen ganz allgemein ab.

Der morphologische Aufbau der Stiele hängt nun wesentlich von den Kolonialverhältnissen ab. — Bei der monozoën Gattung Monosiga finden wir einen längeren oder kürzeren meist zarten Stiel, welcher stets nur ein Thier trägt. — Hieran schliesst sich zunächst die Gattung Codosiga (T. 48, 16a), bei welcher es zur Koloniebildung kommt, indem das monosiga-artige Individuum, welches die Kolonie gründet, sich auf seinem Stiel durch Theilung fortgesetzt vermehrt und die Sprösslinge als eine Individuendolde, ähnlich wie bei Anthophysa, durch kurze protoplasmatische Stielchen auf dem Ende des Stieles befestigt bleiben. Man sollte erwarten, dass sich bei dieser fortgesetzten Vermehrung der Individuenzahl der Kolonie, welche sich auf über 20 erheben kann, eine allmähliche Verdickung der jüngeren Stieltheile eintreten werde, wie dies auch bei gewissen Codonocladien zu beobachten ist, doch zeigt sich im Gegentheil auch bei individuenreichen Kolonien meist eine geringe Verschmälerung des Stieles.

Bei der Stein'schen Gattung Codonocladium tritt nun eine reichere Entfaltung des Stielgerüstes dadurch ein, dass die durch Theilung entstandenen Sprösslinge des monosiga-artigen Koloniegründers fortfahren, Stielsubstanz zu bilden, so dass sich der ursprünglich einfache Stiel allmählich verzweigt. Es sind im Wesentlichen zwei Modi der Stielverzweigung bei den Formen dieser Gattung bis jetzt gefunden worden, von welchen der eine (C. umbellatum; T. 49, 5) den Charakter der wahren Dolde zeigt. Hier bildet sich nämlich wie bei Codosiga auf dem Ende des primären Stieles eine Dolde von 3 bis 10 Individuen und erst dann beginnen dieselben ziemlich zu gleicher Zeit, die Erzeugung secundärer Stiele. Demnach verzweigt sich der Stiel hier in einem Punct doldenartig in 3 bis 10 Zweige und jeder derselben kann

seinerseits nochmals eine entsprechende Verzweigung erfahren. Auf den letzten Zweigenden sitzen schliesslich die aus mehr oder weniger Individuen gebildeten Träubchen. Ein zweiter Modus wird durch das C. cymosum Kent repräsentirt, indem hier die Stielerzeugung nach jeder Zweitheilung geschieht und so eine mehr oder weniger unregelmässige dichotomische Verästelung des Stielgerüstes eintritt unter Bildung einer Art Trugdolde oder Cyma. Bei einer Modification dieser Art scheint von den beiden bei jeder Zweitheilung entstehenden Sprösslingen gewöhnlich nur der eine sich weiter zu vermehren; eine zweite Modification kommt dadurch zu Stande, dass der eine der Sprösslinge der ersten Theilung ein präponderirendes Weiterwachsthum zeigt, welches er auch weiterhin bewahrt, so dass alle von dem betreffenden Sprössling und seinen Nachfolgern gebildeten Stiele eine Art Hauptstamm als directe Fortsetzung des ursprünglichen Stieles bilden, an welchen die übrigen Zweige dann einseitig ansitzen. In solcher Weise bildet dann die ganze Kolonie eine Art einseitigen Wedel.

Kent reiht hier noch eine weitere Modification an, doch scheint es mir etwas fraglich, ob dieselbe wirklich hierher gehört. Bei dieser finden wir nämlich keine Stielverzweigungen, sondern die Stiele der jüngeren Kolonialindividuen befestigen sich successive auf der Seite der Körper der älteren. Kent glaubt diese Bildung aus einem Knospungsprocess der Individuen herleiten zu können; wir werden jedoch später sehen, dass eine Fortpflanzung durch Knospung bei den Choanoflagellaten nicht sicher erwiesen ist.

Hüllen- und Gehäusebildungen. Wir begegnen auch unter den Choanoflagellaten den beiden Hauptmodificationen der Hüllenbildung, welche bei den Flagellaten zu verzeichnen waren, nämlich den schleimigen oder gallertartigen Hüllen und den aus festerer Substanz gebildeten echten Gehäusen. Eine scharfe Grenze scheint zwischen diesen beiden Hüllbildungen auch hier nicht zu existiren. Gallertige Hüllen von grosser Aehnlichkeit mit denen der Spongomonadinen characterisiren die Kolonien der Phalansterinen und die Kent'sche Gattung Protospongia. Die Gallerthüllen der ersteren namentlich zeigen die grösste Uebereinstimmung mit denen gewisser Spongomonaden. Die farblose oder mehr oder weniger braune Gallertmasse ist auch hier reichlich von ziemlich groben Körnchen durchsetzt (T. 48, 14b), hinsichtlich deren Beurtheilung auf das bei den Flagellaten Bemerkte zu verweisen ist. Nach den Beobachtungen Cienkowsky's und Stein's scheint der Gründer einer Kolonie des Phalansteriums zunächst eine etwa birn- bis trichterförmige, geschlossene Hülle auszuscheiden, welche bei Ph. digitatum mit dem zugespitzten Hinterende frei aufgewachsen ist, während sie bei Ph. consociatum der Unterlage flach aufliegt. Bei der ersteren Art ist die Weiterbildung der Kolonie leicht verständlich. Das erste Individuum vermehrt sich durch Quertheilung in der Hülle, worauf sich die beiden Sprösslinge in dem freien Ende der Hülle neben einander

anordnen und durch weitere Ausscheidung von Hüllsubstanz bald eine dichotomische Verästelung der Hülle bewirken. Bald scheinen nun auch die beiden so erzeugten Aeste der Hülle an ihren freien Enden je eine weite runde Oeffnung zu erhalten. Mit der fortgesetzten Vermehrung der Individuen geht denn auch die dichotomische Verästelung des Stockes in gleicher Weise weiter, so dass ein entwickelter Stock (T. 48, 14 b) aus einem sich dichotomisch verzweigenden Röhrengerüst besteht, das an seinem Ursprungsende aufgewachsen ist und dessen einzelne nicht sehr lange Röhren fingerartig neben einander stehen, indem sie nach den freien Enden an Dicke wachsen. Wie gesagt sind die Röhrenenden gewöhnlich mit weiter runder Oeffnung versehen, aus welchen die Geisseln der in Ein- oder Zweizahl in den Röhren sich findenden Individuen hervorragen.

Schwer verständlich ist dagegen bis jetzt die Bildung der Kolonie des Ph. consociatum (T. 48, 15). Die Gründung derselben geschieht in wesentlich gleicher Weise wie bei der erst besprochenen Art. Die ausgebildete Kolonie dagegen stellt eine rundliche bis nierenförmige, flach aufgewachsene Scheibe dar, welche aus mehr oder weniger zahlreichen, radial gestellten und im Centrum der Kolonie zusammenstossenden, etwa kegligen Gallertröhren zusammengesetzt wird. Aeltere Kolonien sollen nach Cienkowsky mehr unregelmässig umgrenzte Aggregate bilden. Die Lagerung der Individuen in den Gallertröhren ist hier wesentlich dieselbe wie bei der anderen Art. Wie gesagt, erscheint es noch etwas unklar, wie durch Vermehrung des Koloniegründers die geschilderten Scheiben entstehen; das Wahrscheinlichste dürfte sein, dass die ursprüngliche Röhre mit der Vermehrung ihres Erzeugers in die Breite wächst und durch Bildung von radialen Zwischenwänden zwischen den Sprösslingen allmählich in eine Anzahl von Röhren zerlegt wird.

Sehr einfach ist die Gallerthülle bei den Kolonien der Protospongia Häckelii (T. 49, 11) nach Kent's Untersuchungen gebaut. Die mehr oder weniger zahlreichen, monosigaartigen Individuen, welche eine solche Kolonie aufbauen, sind in ziemlich gleichen Abständen in eine sehr flache, ganz hyaline oder doch nur sehr schwach-körnige Gallertscheibe eingebettet, so dass nur ihr Kragen mit der Geissel hervorragt. Diese Gallertscheiben finden sich entweder an der Oberfläche des Wassers oder überziehen untergetauchte Gegenstände. Um das hervorragende Ende jedes Individuums scheint sich die Gallerte schwach zu erheben, so dass der Rand der Scheibe ein etwas ausgezacktes Aussehen erhält. Bis zu 60 und mehr Individuen können in solcher Weise zu einer Kolonie vereinigt sein.

Ausscheidung einer zarten gallertartigen Hülle kommt zuweilen auch bei den nackten Codosiginen vor. So beobachtete Bütschli gelegentlich eine zarte schleimige Hülle um gewisse Individuen der Codosiga Botrytis (T. 48, 16 b), und Kent theilt mit, dass Codonocladium umbellatum bei heftigem Druck eine ähnliche vergängliche Hülle ausscheide. Als Sarkode,

wie er will, dürfte jedoch die Substanz dieser Hülle wohl nicht bezeichnet werden.

Eine Uebergangsstufe der nackten zu den gehäusebewohnenden Formen scheint auch das von Entz*) entdeckte Codonocladium corymbosum zu bilden. Bei dieser, rücksichtlich ihrer Koloniebildung an Codonocladium sich anreihenden Form haben die Individuen nur auf dem hinteren Drittel ihres Körpers eine sehr feine Gehäusemembran abgeschieden und dann hat sich das Plasma von dieser Membran etwas zurückgezogen. Nach vorn soll diese Hülle allmählich in die Rindenschicht des Körpers übergehen, von welcher jedoch auf Entz' Abbildungen nichts deutliches zu erkennen ist.

Solche Hüllbildungen führen uns zu den Gehäusen, welche die Gruppe der Salpingoecinen charakterisiren, über. Das Gehäuse ist hier ursprünglich ein Abguss der gesammten Körperoberfläche und daher auch in den allermeisten Fällen von ganz regulär monaxonem Bau. Gewöhnlich füllt jedoch der Thierkörper das erwachsene Gehäuse nicht mehr völlig aus, wenngleich sich in dieser Hinsicht bei einer und derselben Art Verschiedenheiten darbieten. Die Wand des fast stets glashell durchsichtigen Gehäuses ist meist recht dünn (s. T. 49) und dann wohl gewöhnlich aus einer ziemlich festen Substanz gebildet. Wenn die Gehäusewand eine beträchtlichere Dicke erreicht, wie bei der Salpingoeca Convallaria Stein's (T. 49, 1), so scheint sie weich zu bleiben; auch James-Clark beschreibt die Substanz des Gehäuses bei S. gracilis als schleimig und Stein's Abbildungen derselben Art zeigen auch ziemliche dicke Wandungen. Wie Kent's Beobachtungen über die Entwicklung des Gehäuses der S. Ampulla Kent zeigen und wie es auch von vornherein wahrscheinlich ist, besitzt die erste Anlage des später erhärtenden Gehäuses eine schleimige weiche Beschaffenheit. Wie bemerkt, ist das Gehäuse gewöhnlich farblos, nur bei der sog. Lagenoeca cuspidata K. gibt Kent braune Färbung an.

Mit einer einzigen Ausnahme, der eben erwähnten Lagenoeca cuspidata, sind die Gehäuse an dem hinteren Ende befestigt. Letztere wurde frei schwimmend gefunden und deshalb auch von Kent zu einer besonderen Gattung neben Salpingoeca erhoben. Da jedoch Stein beobachtete, dass sich festgeheftete Salpingoecen (S. Convallaria) gelegentlich ablösen und mit dem Gehäuse frei umherschwimmen, so dürfte auf das einzige bis jetzt beobachtete Exemplar der Lagenoeca cuspidata kein allzugrosser Werth zu legen sein. — Die befestigten Gehäuse sind nun entweder direct mit ihrem Hinterende aufgewachsen (2, 8), oder werden von einem verschieden langen Stiel getragen (9, 15). Im letzteren Fall bildete also das Thier vor der Erzeugung des Gehäuses zunächst einen Stiel, ging also durch ein monosiga-artiges Stadium hindurch, was auch durch directe Beobachtung der Entwicklung des gestielten Gehäuses bei S. Infusionum von

*) S. Entz l. p. 884 cit.

Kent festgestellt wurde. Eine ganz scharfe Grenze zwischen einem soliden Gehäusestiel und einer stielartigen hohlen Verlängerung des hinteren Gehäuseendes scheint nicht gezogen werden zu können.

Beschäftigen wir uns nun noch kurz mit den manichfaltigen Gestalten der Gehäuse. Die Reihe beginnt etwa mit ellipsoidischen bis eiförmigen oder auch birnförmigen Gehäusen mit enger Oeffnung des Vorderendes. Hieran schliessen sich andere mit weiter bis sehr weiter Oeffnung, deren Rand dann auch mehr oder weniger auswärts gebogen ist, so dass die Gestalt eine vasenförmige wird (12). Andererseits kann sich das vordere Drittel der Schale auch halsartig verschmälern, so dass die Form einer mehr oder weniger bauchigen Flasche entsteht (8) oder, bei geringer Entwicklung des Halses, die einer Amphora. Nicht selten ist gleichzeitig das Hinterende mehr oder weniger stielartig ausgezogen oder zugespitzt (2, 7). Von den ersterwähnten vasenförmigen Gestalten leiten sich solche ab, welche durch starkes Längswachsthum mehr die Gestalt eines Champagnerglases annehmen, sitzend oder auf elegantem Stiel befestigt, und schliesslich treten auch lange hornartig geschwungene Formen auf (6). Bei der so gebildeten S. cornuta zeigt sich noch eine weitere interessante Eigenthümlichkeit, indem nämlich eine Gablung des Gehäuses in Verbindung mit der Theilung des Thieres eintreten kann, also eine Art Stockbildung, ähnlich wie bei Phalansterium digitatum. Eine besonders eigenthümliche Gestaltung des Gehäuses findet sich noch bei den S. Ampulla (10a) und Campanula. Bei diesen beiden Arten wird nämlich das Thier sammt dem Kragen für gewöhnlich von dem Gehäuse ganz umschlossen, während sonst im nicht retrahirten Zustand stets der Kragen aus dem Gehäuse hervorschaut. Dieser Umstand bedingt nun auch bei diesen beiden Formen eine besondere Gestalt des Gehäuses, indem sich dessen vordere zwei Drittel ballonförmig zur Aufnahme des Kragens erweitern. Bei S. Ampulla ist dieser erweiterte Theil grob längsgerippt. Kent konnte die allmähliche Entwicklung des Gehäuses bei der letzteren Form verfolgen und fand, wie erwähnt, dass die erste Anlage eine einfache, annähernd kuglige Hülle ist (10b), an welcher später, nach der Bildung des Kragens, „durch dessen und der Geissel Thätigkeit“ allmählich die vordere Erweiterung hervorgerufen wird; worauf das Gehäuse erhärtet. Besondere Verzierungen oder dergleichen finden sich an den Gehäusen fast nie, nur das abgerundete Hinterende des ungefähr flaschenförmigen Gehäuses der sog. Lagenoeca cuspidata Kent zeigt einige dornartige Fortsätze, welche etwas an die der Flagellate Chrysopyxis bipes St. (T. 43, 2) erinnern.

Nachdem wir eben bei der S. cornuta die Andeutung einer Koloniebildung beschalter Formen gefunden haben, müssen wir ganz kurz der Gattung Polyoeca gedenken, welche sich hinsichtlich ihrer Koloniebildung zu den solitären Salpingoecen genau so verhält, wie Poteriodendron zu Bicosoeca unter den Flagellaten. Die Stockbildung (T. 49, 12) erfolgt hier nämlich so, dass sich die jüngeren Gehäuse mit ihren ziemlich

langen Stielen auf den Mündungsrändern der älteren successive befestigen; zuweilen geschieht jedoch auch die Anheftung auf dem Stiel eines benachbarten Kolonialgenossen.

Verhalten des Thierkörpers zu dem Gehäuse bei den Salpingoecen. Es wurde schon erwähnt, dass das Gehäuse im erwachsenen Zustand gewöhnlich nur zu einem beschränkten Theil von dem Thierkörper erfüllt wird, doch ist bei den weniger langgestreckten Gehäusen, wie bei S. ampullacea, Amphoridium, fusiformis und Verwandten die Erfüllung der Schale gewöhnlich eine ziemlich vollständige (1, 4, 8). Auch hier findet sich aber meist eine Flüssigkeitsschicht zwischen der Oberfläche des Körpers und der Schalenwand, so dass nur in der Gegend der Gehäusemündung eine Art Aufhängung des Körpers in der Schale zuweilen zu beobachten ist. In den länger gestreckten Gehäusen (mit Ausnahme der schon früher besprochnen S. Ampulla und Campanularia) findet sich der Thierkörper im nicht retrahirten Zustand im vorderen Theil, so dass der Kragen aus der Mündung herausschaut. Eine Berührung mit der Gehäusewand scheint meist nirgends stattzufinden. In verhältnissmässig wenigen Fällen konnte bis jetzt eine besondere Befestigung an der Gehäusewand nachgewiesen werden. Bei gewissen Formen entspringt von dem Hinterende ein feines, wahrscheinlich protoplasmatisches Fädchen, welches sich im Grunde des Gehäuses befestigt (10a); bei S. cornuta heftet sich ein zuweilen vorhandenes ähnliches Fädchen weiter vorn an die Seite des Gehäuses an und an seiner Stelle finden sich manchmal auch mehrere pseudopodienartige Fortsätze (6).

Da nun die meisten Formen der Salpingoecen und Verwandten das Vermögen besitzen, sich bei Beunruhigung plötzlich und rasch in das Gehäuse völlig zurückzuziehen, so liegt es nahe, hiermit diese in gewissen Fällen (S. cornuta Kent) nachweisbar contractilen Fädchen des Hinterendes in Verbindung zu bringen. Immerhin scheint es mir möglich, dass bei dieser Retraction auch noch andere Momente ins Spiel kommen. Manche Salpingoecen wenigstens (so nach Bütschli S. fusiformis) besitzen das Vermögen, bei ihrer Retraction auch die Gehäusemündung zu verengern, ähnlich wie die Bicosoecen unter den Flagellaten, welchen sich ja auch die Gehäusebildungen der Salpingoecen am innigsten anschliessen.

Wie schon früher gelegentlich hervorgehoben wurde, besitzen wenigstens gewisse Formen der Choanoflagellaten eine recht ausgesprochene Contractionsfähigkeit. So contrahirt sich Codosiga Botrytis häufig zu kugliger Gestalt und auch bei der Retraction der Salpingoecen wird wohl gewöhnlich eine Contraction des Thierkörpers stattfinden. Auf die amöboiden Bewegungserscheinungen werden wir gleich bei der Fortpflanzung noch etwas näher eingehen.

Fortpflanzungserscheinungen und Encystirung.

Theilungserscheinungen. Die Vermehrung durch Theilung scheint mir zur Zeit allein als ganz sichergestellte Fortpflanzungsweise

der Choanoflagellaten betrachtet werden zu müssen. Wie bei den Flagellaten, begegnen wir sowohl der Quer- wie Längstheilung.

Die Quertheilung wurde von Cienkowsky bei der Gattung Phalansterium sicher nachgewiesen und durch Stein's Untersuchungen noch genauer dargestellt. Aus des Letzteren schönen Abbildungen dieses Vorganges geht hervor, dass sich das in Theilung eingehende Individuum etwas in die Länge streckt, worauf eine ringförmige Einschnürung in der Mitte auftritt (T. 48, 14b I), indem gleichzeitig schon eine wohl sicher neugebildete contractile Vacuole für den vorderen Sprössling kenntlich wird. Erst wenn die Durchschnürung ziemlich vollzogen ist, bemerkt man die Neubildung eines Kragens an dem Vorderende des hinteren Sprösslings (siehe neben I). Die Verhältnisse bedingen es, dass dieser neue Kragen etwas schief seitlich aus dem Vorderende des hinteren Sprösslings hervorwachsen muss. Dass auch dessen Geissel neu entsteht, unterliegt nach dem Mitgetheilten keiner Frage. Nach geschehener Sonderung der beiden Sprösslinge rückt der hintere in gleiche Höhe mit dem vorderen in der Wohnröhre Aus den Mittheilungen Cienkowsky's ergibt sich weiter, dass die Vorgänge bei der anderen Art im Wesentlichen dieselben sind. — Letzterer Beobachter sucht es auch wahrscheinlich zu machen, dass bei der gleichen Art auch Längstheilung auftrete. Er fand nämlich nicht selten Individuen mit zwei Kragen und Geisseln des Vorderendes, welche er geneigt ist, für beginnende Längstheilungsstadien zu halten. Da jedoch weiter fortgeschrittene Theilungszustände nicht beobachtet wurden, so ist eine andere Deutung dieser Individuen nicht ausgeschlossen; man darf wenigstens daran denken, sie aus Copulation abzuleiten.

Für die Craspedomonadinen wurde die Vermehrung durch Längstheilung zuerst von James-Clark und später von Stein auf das Sicherste erwiesen. Kent dagegen will sowohl bei Monosiga wie Salpingoeca häufig einen Quertheilungsprocess beobachtet haben, welcher in sehr eigenthümlicher Weise verlaufen soll. Für die Gattung Monosiga wird dieser Process nicht genauer geschildert, sondern nur kurz erwähnt, dass das zur Quertheilung übergehende Individuum zunächst seinen Kragen und die Geissel einziehe, worauf sich eine vordere Partie des Körpers abschnüre und nach Ausbildung einer Geissel in Form einer kleinen Monade wegschwimme, welche sich nach einiger Zeit festhefte und einen Stiel nebst Kragen ausbilde.

Bei Salpingoeca dagegen wird dieser Quertheilungsprocess in zweierlei Art beschrieben. Bei S. Amphoridium wird zu Beginn des Vorgangs zunächst Geissel und Kragen eingezogen (T. 49, 8b) und das Plasma dringt in Form einer Anzahl fingerartiger Pseudopodien aus der Gehäuseöffnung hervor (8c). Diese hervortretende amöboide Plasmamasse soll sich nun ablösen und in Gestalt einer kleinen sternförmigen Amöbe (8e) einige Zeit umherbewegen, sich alsdann wieder festheften und zu einer vollständigen Salpingoeca entwickeln. Statt solcher fingerförmiger

Pseudopodien sah Kent, wie schon früher erwähnt, zuweilen auch einen Kranz feiner strahlenartiger Pseudopodien aus der Mündung hervortreten. Auch bei S. fusiformis wird ein ähnliches Hervordringen des Plasmas, jedoch in mehr unregelmässig wurstförmiger Weise, nach Rückbildung des Kragens und der Geissel, beschrieben. Das vorgedrungene Plasma soll sich ablösen und der in dem Gehäuse gebliebene Theil wie bei S. amphoridium wieder zu einem völligen Individuum restituiren. Stein bildet bei seiner nahe verwandten S. Clarkii ein Individuum mit kugelförmig hervorgedrungenem Plasma ab, deutet es aber als ein nach der Abstossung des Halskragens zerfliessendes Thier.

Zweitheilungen im amöboiden geissel- und kragenlosen Zustand führt Kent auch von den Individuen der Protospongia an.

Die zweite Art der von Kent beobachteten Quertheilung wird am genauesten von der S. inquillata Kent beschrieben. Hier soll sich das aus der Gehäusemündung ziemlich hervorgetretene Thier zunächst in der Mitte nahezu durchschnüren, ohne dass Geissel und Kragen eingezogen würden. Dann erfolge die Einziehung des Kragens und erst etwas später auch die der Geissel. Hierauf würden die beiden, nun von einander getrennten Sprösslinge zwischen sich, in der Richtung der Längsaxe eine cylindrische zarte Plasmamasse entwickeln, einen Kragen, welcher sich zwischen den beiden Sprösslingen ausspanne. Bei der weiteren Entwicklung verbleibe dieser neugebildete Kragen ausschliesslich mit dem hinteren Sprössling in Verbindung, während sich der vordere Sprössling als eine geissellose Plasmakugel ablöse.

Wer die von Kent mitgetheilten Abbildungen der Stadien dieses Quertheilungsprocesses genauer betrachtet, wird zweifeln müssen, ob dieselben in der angegebenen Weise aufeinanderfolgen können. Auch von S. gracilis werden verschiedene Stadien eines entsprechenden Quertheilungsprocesses abgebildet.

Wenn ich nun auch nicht glaube, dass die Darstellung, welche Kent von der letztgeschilderten Art der Quertheilung bei Salpingoeca gibt, der Wirklichkeit ganz entspricht, so scheint mir daraus doch zu folgen, dass hier Quertheilung wirklich vorkommt. Für weniger sicher erachte ich dagegen den ersterwähnten Modus.

Längstheilung finden wir bei Codosiga und Salpingoeca und, wie wir aus den Koloniebildungen schliessen dürfen, sicherlich auch bei Codonocladium und Hirmidium (Desmarella Kent). Genauer bekannt wurde der Vorgang der Längstheilung nur für Codosiga Botrytis durch die schönen Untersuchungen von James-Clark; die Abbildungen, welche Stein von einigen Theilungsstadien dieser Art gibt, bestätigen die Angaben des amerikanischen Forschers auf das Beste. Es sind natürlich meist relativ grosse Individuen, welche sich theilen. Seltsamer Weise beginnt der Process damit, dass der Kragen eine ungefähr glockenförmige Gestalt annimmt und seine Endöffnung eine grössere Weite als

gewöhnlich erlangt. Diese Erweiterung ist jedenfalls nur ein Vorspiel seiner späteren Theilung. Die geschilderte Gestaltänderung wird durch eine Reihe Ausdehnungen und Zusammenziehungen des Kragens vermittelt, wobei er in eine Art vibrirender Bewegung geräth, ähnlich wie dies schon früher bei Schilderung der Contraction des Kragens nach James-Clark erwähnt wurde. Während der Körper sich im weiteren Verlauf des Processes verkürzt und verbreitert (T. 49, 16h), wird das Flagellum, welches zuvor eine gestreckte Form angenommen hat, rasch eingezogen. In etwa einer Minute schmilzt es zu einem kurzen und dicken Stumpf zusammen (16h, 16l), der sehr bald vollständig schwindet. Während der Körper sich weiter verbreitert, beginnt nun die Mündung des Kragens sich zu verengern, so dass derselbe allmählich eine cylindrische und schliesslich eine sich mehr und mehr zuspitzende keglige Gestalt annimmt (16i). Schon wenn der Kragen aber noch als ziemlich weit abgestutzter Kegel erscheint, beginnt die eigentliche Theilung des Körpers, indem auf dem Vorderende in der Kragenarea eine mittlere Längsfurche auftritt (16i), welche nun allmählich bis auf das hintere Ende fortschreitet; noch bevor sie dieses erreicht, haben sich die Vorderenden der beiden Sprösslinge schon auf eine kurze Strecke von einander gesondert (16k). Die Oeffnung des Kragens hat sich mittlerweile so verengt, dass derselbe spitzkegelig erscheint (16k). Erst wenn die Separirung der beiden Sprösslinge etwas über die Hälfte nach hinten fortgeschritten ist (nach Stein's Abbildungen zuweilen aber auch früher [16g, 16l]) beginnt der Kragen sich zu theilen und zwar, wie zu erwarten, von der Basis gegen den freien Rand fortschreitend. Zuvor hat sich seine Oeffnung jedoch wieder erweitert und diese Erweiterung macht während seiner Durchschnürung noch Fortschritte. Wenn die Theilung des Kragens etwa bis zur Hälfte geschehen ist, setzt sich die ihn einschnürende Furche schon bis zu seinem freien Rand fort und dieser erscheint daher von oben betrachtet ungefähr bisquitförmig (16g). Das erste Auftreten der neuen Geisseln der Sprösslinge fällt noch vor den Beginn der Kragentheilung. James-Clark sagt hierüber: „an jedem der abgerundeten Enden (der Sprösslinge) erscheint eine leichte Bewegung, ähnlich der Molekularbewegung eines Körnchens, und dann erhebt sich daselbst sehr rasch ein scharfer und deutlich fadenförmiger Auswuchs, welcher sich in einem Zustand constanter schwacher (narrow) Vibration oder einer Art Zitterns erhält". Diese Bewegung der Geisseln (16l) scheint bis zu ihrer völligen Ausbildung fortzudauern. Während sie nun weiter heranwachsen, setzt sich die Theilung des Kragens nach vorn bis zur völligen Trennung fort und nachdem der Körper bis zum Hinterende durchgeschnürt ist, geht die Theilung auf das hintere plasmatische Stielchen über (16f), welches schliesslich auch längsgespalten wird. Etwas unsicher scheint mir noch die Zeit des Auftretens der neuen contractilen Vacuolen der Sprösslinge zu sein. James-Clark bemerkt zwar, dass dieselben sich wahrscheinlich schon in dem Vorbereitungsstadium vermehrten, da er zu dieser Zeit drei Vacuolen

beobachtet haben will. Da nun aber sowohl auf seinen Abbildungen wie auf denen Stein's die 4 Vacuolen der Sprösslinge erst auf einem weit vorgerückten Theilungsstadium gezeichnet sind, so halte ich diese Angabe für etwas unsicher. James hat den ganzen Verlauf der Theilung an einem Individuum verfolgt; derselbe beanspruchte einen Zeitraum von 40 Minuten.

Bezüglich der Längstheilung bei Salpingoeca wissen wir aus den Abbildungen von Stein nicht viel mehr, als dass dieselbe vorkommt. Er beobachtete ein sicheres Endstadium derselben bei S. vaginicola. Die in der Hülle getheilten Sprösslinge hingen nur noch an den Hinterenden ein wenig zusammen (T. 49, 1b). Das hier weiche Gehäuse hatte sich verbreitert und war durch eine der Theilungsebene entsprechende Längsfurche eingeschnürt, so dass der Verdacht entsteht, es möge sich auch das Gehäuse hier theilen.

Einen etwas seltsamen Zustand, welchen Stein als Längstheilung deutet, bildet er bei S. oblonga ab. Derselbe ist auf T. 49, 9b wiedergegeben und halte ich es trotz der gegentheiligen Ansicht von Kent, welcher in ihm eher einen Copulations- oder Quertheilungszustand erkennen will, für wahrscheinlich, dass Stein's Ansicht die richtige ist. Die Entstehung dieses Zustandes müsste dann wohl so gedacht werden, dass das sich theilende Thier ziemlich weit aus dem Gehäuse hervorgeragt und sich dann wahrscheinlich etwas schief längsgetheilt hätte.

Wie schon bemerkt, lässt sich das Vorkommen der Längstheilung aus der Bildung der Kolonien bei Hirmidium Perty (= Desmarella Kent = Codonodesmus St.) sicher erschliessen. Es wird deshalb am Platze sein, auf diese bis jetzt noch nicht besprochenen Kolonien kurz einzugehen. Dieselben (T. 48, 17) sind freischwimmend und bestehen aus 4—11 zu einem schwach gebogenen, einreihigen Band, Seite an Seite zusammengefügten, gehäuselosen Individuen. Es kann, wie gesagt, keinem Zweifel unterliegen, dass die Bildung dieser Kolonien durch fortgesetzte Längstheilung geschieht, wobei die Theilungsebenen parallel bleiben. Die eintretende Krümmung rührt von der die Körperbreite übertreffenden Weite der Kragenmündung her. Wie Stein beobachtet hat, kann eine individuenreiche Kolonie des Hirmidium durch einfache Lösung des Zusammenhangs an einer gewissen Stelle in zwei zerfallen.

Copulation, Encystirung und damit zusammenhängende Fortpflanzungserscheinungen.

Von Copulations- oder Conjugationserscheinungen ist bis jetzt mit Sicherheit fast nichts ermittelt. Wir haben schon früher auf die Möglichkeit der Copulation bei Phalansterium hingewiesen und hier nur noch über einen von Stein beobachteten möglichen Copulationszustand der Codosiga Botrytis zu berichten. Derselbe (T. 48, 16m) betraf ein Individuum, aus dessen einer Seite sich ein zweites, etwas kleineres wie eine Knospe erhob. Auch ich möchte die Stein'sche Deutung, dass es

sich hier um die Copulation eines frei gewordenen Individuums mit einem sessilen handele, für recht wahrscheinlich erachten.

Das Vorkommen eines mit Encystirung verbundenen Ruhezustandes bei Phalansterium consociatum wurde schon von Cienkowsky entdeckt. Beim Uebergang in diesen Ruhezustand nehmen die Individuen Kugelgestalt an, Geissel und Kragen schwinden und das Körpervolum scheint sich gleichzeitig etwas zu vergrössern. Es wird dann eine, wie es scheint, ziemlich derbe Cystenmembran abgeschieden, welche anfänglich äusserlich ganz glatt ist, später aber eine kielartige Erhebung längs eines grössten Kreises der Kugel erhält. Zwei gegenüberstehende Pole dieses Kiels sind noch dadurch ausgezeichnet, dass sich in ihnen je ein kleines Häkchen erhebt.

Encystirungsprocesse der Craspedomonadinen wurden namentlich von Kent beschrieben. Ausser ihm hat nur Stein eine wohl unzweifelhafte Encystirung bei seiner Salpingoeca oblonga beobachtet. Der Körper des Thieres war innerhalb des Gehäuses zu einer geissel- und kragenlosen Kugel zusammengezogen (T. 49, 9a) und die Gehäusemündung durch ein häutiges Diaphragma geschlossen, ähnlich demjenigen, welches bei der Encystirung mancher beschalten Rhizopoden gebildet wird.

Kent, der die Encystirung bei einer ganzen Anzahl Salpingoecen beobachtet haben will, erwähnt nichts von einem solchen Diaphragma. Die von ihm beschriebenen Encystirungszustände erscheinen gleichfalls als kuglige bis ovale Plasmakörper innerhalb der Gehäuse, um welche jedoch auf fast keiner der Abbildungen eine besondere Cystenhülle angegeben wird (T. 49, 8a). Nur an den kugligen Cysten der Salpingoeca Infusionum ist eine ziemlich dicke Haut deutlich gezeichnet (T. 49, 13e); doch scheint aus der sehr kurzen Darstellung hervorzugehen, dass diese Cysten nicht in den Gehäusen, sondern frei gefunden wurden, was ihre Herkunft vielleicht etwas zweifelhaft macht. In mehreren Fällen beobachtete Kent vor der Encystirung, nachdem Kragen und Geissel geschwunden sind, einen amöboiden Zustand; genauer beschrieben wird derselbe bei S. fusiformis und Protospongia (T. 49; 11, a); auch für Codosiga wird derselbe behauptet, doch sicherlich irrthümlich, da die kurzen, stachelartigen Pseudopodien, welche Kent über die ganze Oberfläche dieser Formen bei kragentragenden wie kragenlosen Individuen sich erheben sah (T. 48, 16n) *), sicherlich nichts anderes, wie der von Bütschli und Stein geschilderte Bacterienbesatz war, eine Ansicht, welche Kent ursprünglich selbst vertrat.

Die Cysten der Codosiga Botrytis werden als birnförmig, auf den Stielen befestigt und mit feiner Haut versehen, geschildert (T. 48, 16o).

Kent sucht nun nachzuweisen, dass der Encystirungsprocess gewöhnlich mit einer Vermehrung verbunden sei, indem der Cysteninhalt in eine

*) Auf dieser von Kent (182) genommenen Abbildung sind die den Besatz bildenden Stäbchen viel zu dick und plump gezeichn . Naturgetreuere Darstellungen findet man bei Bütschli (171) und Stein (167).

grössere oder geringere Anzahl nackter Sporen oder Keime zerfalle. Am genauesten wurde dieser Vorgang bei S. fusiformis dargestellt (166 und 182). Die Abbildungen zeigen einen successiven Zerfall des ruhenden Organismus, erst in 4 und schliesslich in einen kugligen Haufen vieler kleiner Sprösslinge (T. 49, 7a). Bei anderen Salpingoeceen werden Stadien eines ähnlichen Vermehrungsprocesses abgebildet, so bei den angeblichen Cysten von S. Infusionum (T. 49, 13e), wo etwa acht Sprösslinge angegeben sind. In Haufen kleinerer oder grösserer Sporen sollen auch die ruhenden Zustände bei Protospongia zerfallen (T. 49, 11, Cy), ebenso der Cysteninhalt bei Codosiga Botrytis (T. 48, 16*o*), während bei Codonocladium cymosum bis jetzt nur eine Zweitheilung des Inhalts beobachtet wurde. Die Keime oder Sporen sollen schliesslich in Gestalt sehr kleiner eingeisseliger Monaden frei werden (T. 49, 7b, 13f), um sich nach einiger Zeit des Umherschwärmens festzuheften und sich unter allmählicher Entwicklung der fehlenden Organe zu vollständigen Thieren auszubilden.

Bei der koloniebildenden Protospongia siedeln sich die jungen aus den Sporen hervorgegangenen Individuen entweder zwischen den Erwachsenen an und vergrössern so die Individuenzahl der Kolonie oder entfernen sich von der Mutterkolonie, um neue zu gründen. Etwas eigenthümlich wird die Weiterentwicklung der monadenförmigen Larve des S. Infusionum geschildert und mag deshalb hier noch speciell erwähnt werden. Dieselbe bildet einen Stiel und den fehlenden Kragen aus (T. 49, 13c); dann erst entsteht das Gehäuse, während welcher Arbeit jedoch der erstgebildete Kragen und die Geissel wieder eingezogen werden sollen (T. 49, 13d). Das in Entwicklung begriffene Gehäuse wird hier, wie bei S. inquillata als eine das ganze Thier umgebende, geschlossene Hülle dargestellt.

3. S y s t e m d e r C h o a n o f l a g e l l a t a. Versuche einer systematischen Gruppirung der Formen unserer Abtheilung liegen bis jetzt nur von Stein und Kent vor. Der erstere führt unsere Craspedomonadina als besondere Familie der Flagellaten auf, vereinigte dagegen, wie bemerkt, die Gattung Phalansterium wegen ihrer Stockbildung mit der Flagellatenfamilie der Spongomonadina. Bei Kent bilden die Choanoflagellaten eine besondere Ordnung der Flagellata, welche jedoch auch noch die gesammte umfangreiche Abtheilung der Spongien umfasst. Er unterscheidet daher in dieser Ordnung zwei Sectionen: 1) die D i s c o s t o m a t a - G y m n o z o i d a, d. h. unsere Choanoflagellata und 2) die D i s c o s t o m a t a - S a r c o c r y p t a oder die Spongida. Ich habe nun schon früher (171) und auch in der historischen Einleitung dieses Abschnittes ausgeführt, dass ich die genetischen Beziehungen der Spongien zu unseren Choanoflagellaten nicht verkenne. Dies Anerkenntniss zwingt nun aber nicht, auch die gesammte Abtheilung der Spongien in den Kreis der Mastigophoren zu ziehen, so wenig wie wir alle einzelligen und mehrzelligen Algen, welche aus flagellatenartigen Formen abzuleiten sein dürften, mit den letzteren ver-

einigen können und ebensowenig als man etwa die Gruppe der Mollusken mit den Würmern vereinigt, weil man die Ueberzeugung besitzt, dass dieselbe genetisch mit einfachen Wurmformen zusammenhängt. Die Spongiengruppe bietet so viel Eigenthümliches und ist in sich vorerst so wohl geschlossen, dass wir sie als selbstständige Gruppe aus dem Kreis der Protozoën ausscheiden müssen. Wir sind ja in gleicher Weise der Ueberzeugung, dass auch die übrigen Metazoën aus Protozoën und wahrscheinlich den Flagellaten hervorgegangen sind.

In der Bildung systematischer Untergruppen weichen wir in manchen Puncten von Kent ab, wie dies aus der speciellen Darstellung hervorgehen wird.

1. Familie. Phalansterina Kent (emend. Bütschli).

Individuen oval bis länglich oval. Die Basis der Geissel von einem kurzen und engen kegelförmigen, gestaltbeständigen Kragen umgeben. Vermehrung durch Quertheilung (Längstheilung fraglich). Koloniebildend, indem jedes Individuum eine stark körnige Schleimröhre um sich ausscheidet. Die Schleimröhren bilden entweder eine auf der Unterlage flach scheibenförmig ausgebreitete Kolonie, in welcher die Einzelröhren radial um das Centrum geordnet sind, oder einen sich frei erhebenden dichotomisch verzweigten Stock, dessen Aeste von je einer Röhre gebildet werden. Die Individuen sitzen zu ein bis zweien in jeder Röhre und meist ziemlich von deren Mündung zurückgezogen. Encystirung beobachtet.

Phalansterium Cienkowsky 1870 (emend. Stein 1878).

Synon.: ? Calia, Werneck (38); Monas (consociata Fresenius 102).

T. 48, Fig. 14—15.

Charactere der Familie. Länge der Individuen bis 0,003 Mm. Süsswasser. 2 Arten. Deutschland und Russland.

2. Familie. Craspedomonadina Stein 1878.

Individuen kuglig bis langgestreckt, mit ansehnlichem, gestaltveränderlichem und im ausgebreiteten Zustand umgekehrt kegelförmigem Kragen. Solitär oder stockbildend. Länge der Einzelthiere ohne Kragen 0,005—0,035 Mm.

1. Unterfamilie. Codonosiginae Kent (Familie, Kent).

Individuen nackt, oder nur mit Andeutung eines unvollkommenen Gehäuses, oder in gallertartige Hülle eingebettet.

Monosiga Kent 1880.

Stets solitär. Individuen mit dem Hinterende direct oder mittels eines mehr oder weniger ausgebildeten Stiels festgeheftet.

Süss- und Salzwasser. Europa. Kent führt 9 Arten auf, doch wird es schwer sein, dieselben von jugendlichen Formen der folgenden Gattungen zu unterscheiden.

Codosiga James-Clark 1867; Bütschli 171; Kent 138 und 182 p. p.; Robin 185.

Synon.: Epistylis (Botrytis) Ehrenberg (32); Anthophysa (solitaria) Fresenius (102); Codonosiga Stein (167).

T. 48, Fig. 16.

Unterscheidet sich von Monosiga dadurch, dass die durch Längstheilung sich vermehrenden Individuen auf dem Ende des einfachen Stieles in einer Kolonialdolde vereinigt bleiben. Individuenzahl einer Kolonie bis 20 und mehr, gewöhnlich aber weniger.

Nach Kent Vermehrung durch Encystirung und Sporulation. Süss- und Salzwasser. Eine sichere Art. Europa und Nordamerika.

? Asterosiga Kent 1880.

Synon.: Uvella disjuncta From. (146).

Zweifelhafte Gattung; etwa wie eine von ihrem Stiel losgelöste, freischwimmende Kolonialdolde von Codosiga oder Codonocladium erscheinend. Nur auf die unzuverlässigen Angaben bei Fromentel gegründet.

Codonocladium Stein 1878; Entz (Termeszetrajzi Füzetek, Vol. 7, 1883).

Synon.: Epistylis Tatem (126); Codosiga Kent pr. p. (138 und 182).

T. 49, Fig. 5.

Unterscheidet sich dadurch von Codosiga, dass die Individuen nach der Vermehrung durch Theilung secundäre Stiele ausscheiden, wodurch ein verästeltes Stielgerüst erzeugt wird, auf dessen Astenden Einzelindividuen oder Dolden von Individuen sitzen. Die Verzweigung des Stielgerüstes geschieht entweder doldig oder unregelmässig dichotomisch. Encystirung nach Kent. Etwas abweichend verhält sich das von Entz beschriebene C. corymbosum, weil dessen Individuen an ihrer hinteren Hälfte die Anlage eines unvollständigen Gehäuses besitzen, wie früher geschildert wurde.

Süss- und Salzwasser. Europa. Zahl der sicheren Arten 3—4.

Hirmidium Perty 1852.*)

Synon.: Desmarella Kent (165, 166 und 182); Codonodesmus Stein (167).

T. 48, Fig. 17.

Freischwimmende Kolonien aus bis 11 ungestielten Individuen zusammengesetzt, welche Seite an Seite zu einem schwach bogenförmig

*) Die Identificirung des Perty'schen Hirmidium inane mit den von Stein und Kent beschriebenen Formen scheint mir zwar nicht absolut sicher, jedoch so sehr wahrscheinlich, dass ich den Perty'schen Namen gewählt habe. Der einzige ernstliche Zweifel an der Identität der Perty'schen Form gründet sich auf die grüne Farbe, welche sie besitzen soll. Doch kann bei einem so kleinen Object das Mikroskop leicht eine solche Farbe vorgetäuscht haben.

gekrümmten Band vereinigt sind. Zerfall grösserer Kolonien in zwei von geringerer Individuenzahl beobachtet.

Süss- und Salzwasser. 1 Art. Europa.

Protospongia Kent 1880. Oxley (Journ. roy. micr. soc. [2] VI.)*)
T. 49, Fig. 11.

Individuen ungestielt, bis zu 60 und mehr in ziemlich gleichen Abständen in eine sehr flach ausgebreitete, mehr oder wenig unregelmässige Gallertscheibe von fast hyaliner Beschaffenheit vereinigt. Die Thiere gehen sehr leicht, unter Einziehung des Kragens und der Geissel in einen amöboiden Zustand über. Encystirung und Sporulation nach Kent.

Süsswasser. 1 Art. Europa.

2. Unterfamilie. Salpingoecina Kent (Familie, Kent).

Die Individuen bilden ein im Allgemeinen dünnwandiges, meist häutiges Gehäuse von sehr manigfaltiger Gestalt. Solitär oder stockbildend.

Salpingoeca James-Clark 1867; Kent (138, 163, 165, 166 und 182); Bütschli 170; Stein 167; Vedjowsky (Org. d. Brunnengew. von Prag, 1882).
T. 49, Fig. 1—2, 4—10 und 13.

Gehäuse sehr manigfaltig, im Allgemeinen ei- bis pokalförmig, auch ballonförmig oder cylindrisch. Mit dem Hinterende direct oder mittels eines Stieles aufgewachsen. Stets solitär. Vermehrung durch Längstheilung; wahrscheinlich auch Quertheilung nach Kent. Encystirung im Gehäuse; nach Kent mit Sporulation.

Süss- und Salzwasser. Artenzahl ca. 27; doch scheinen sich scharfe Grenzen zwischen den Arten schwer ziehen zu lassen. Europa und Nordamerika.

? Lagenoeca Kent 1880.

Zweifelhafte Gattung, welche sich von Salpingoeca nur durch freies Umherschwimmen unterscheiden soll. Da aber Stein beobachtet hat, dass sich auch Salpingoecaformen zuweilen loslösen, so muss die auf ein einziges beobachtetes Individuum gegründete Gattung zur Zeit noch unsicher erscheinen. Süsswasser. Europa. 1 Art.

Polyoeca Kent 1880.
T. 49, Fig. 12.

Unterscheidet sich von Salpingoeca nur durch Stockbildung nach Art des Poteriodendron oder Dinobryon, indem die jüngeren Kolonialindividuen sich mit ihren Stielen auf der Mündung der Gehäuse der älteren befestigen.

Marin. Nordsee. 1 Art.

4. Einige Bemerkungen über gewisse Lebensverhältnisse der Choanoflagellaten. Choanoflagellaten werden, wie be-

*) Es war mir nicht mehr möglich, diese jüngst erschienene Mittheilung einzusehen. Dieselbe enthält die Beschreibung einer zweiten Art.

merkt, nicht selten im Süsswasser und Meer gefunden, auch in Aufgüssen wurden einige beobachtet. Als meist sessile Wesen befestigen sie sich auf den verschiedensten Gegenständen: Algen, Wasserlinsen, Volvox, Räderthieren, namentlich gern auch auf den Stielen der Vorticellen und s. f. Manche Formen findet man häufig in zahlreichen Gesellschaften dicht beisammen. Wie erwähnt, wurde auch mehrfach beobachtet, dass einzelne sessile Individuen sich ablösen und frei umherschwimmen, namentlich für die häufige Codosiga wurde dies verzeichnet und Stein sah auch Salpingoeca Convallaria mit sammt dem Gehäuse sich ablösen und frei umherschwimmen. Hierbei zeigt sich nun die interessante Erscheinung, dass die Choanoflagellaten ihr Geisselende beim Schwimmen nach hinten richten, umgekehrt wie die allermeisten Flagellaten und man erkennt leicht, dass diese Bewegungsweise hier auch die vortheilhaftere ist, weil der nach vorn gerichtete Kragen ein grosses Hinderniss für die Vorwärtsbewegung bilden würde.

Die Choanoflagellaten ernähren sich auf entschieden thierische Weise und wegen ihrer Kleinheit kommen natürlich nur recht kleine Nahrungskörper in Betracht, vorzugsweise Schizomyceten. Das Vorkommen saprophytischer Ernährung neben der thierischen dürfte jedoch auch bei diesen Wesen nicht ausgeschlossen sein. Gewisse Schizomyceten siedeln sich, wie erwähnt, auch auf der Oberfläche einiger Choanoflagellaten an, man trifft zuweilen Codosiga- und Codonocladiumindividuen, deren Körper und Kragen mit kleinen, senkrecht auf die Oberfläche gestellten Bacterienstäbchen dicht besetzt ist.

3. Unterabtheilung (Ordnung) Dinoflagellata.

(Cilioflagellata früher p. 619, Peridinea Klebs 1883, Arthrodele Flagellaten Stein 1883).

1. Historische Uebersicht der Entwickelung unserer Kenntnisse dieser Abtheilung.

Im Allgemeinen sind es dieselben Forscher, welche wir schon in der Geschichte der Flagellaten namhaft machten, denen wir auch unsere Kenntnisse der Dinoflagellaten verdanken; es stimmt daher auch der Verlauf des allmählichen Fortschrittes unserer Erkenntniss der vorliegenden Abtheilung im Wesentlichen mit dem schon geschilderten der Flagellaten überein und die wechselnden Anschauungen, welche sich bezüglich letzterer Gruppe im Laufe der Zeit geltend machten, mussten auch auf die kleinere und nahe verwandte Abtheilung der Dinoflagellata ihren Einfluss ausüben. Wir können uns deshalb in der Darstellung dieses Abschnittes kurz fassen.

Die ersten Mittheilungen über Dinoflagellaten rühren von O. F. Müller her, welcher schon im Jahre 1773*) zwei Süsswasserformen als Bursaria Hirundinella und Vorticella cincta beschrieb. 1777**) konnte er in dem „Prodromus der Zoologia danica" eine dritte marine Form als Cercaria Tripos aufführen. Diese drei Formen wurden dann in dem Hauptwerk 1786 (1) nochmals verzeichnet und abgebildet. Schon aus den mitgetheilten Namen geht hervor, dass Müller so ungenügende Vorstellungen von den entdeckten Formen hatte, dass ihm nicht einmal ihre Zusammengehörigkeit klar wurde. Bursaria Hirundinella und Cercaria Tripos sind Angehörige der Gattung Ceratium, Vorticella cincta dagegen gehört zu Peridinium und ob darunter, wie Bergh meint, zwei verschiedene Formen vermischt sind, scheint mir nicht wohl entscheidbar.

Müller's Verständniss der Organisation war bei den einzelnen Formen ziemlich verschieden. Während er bei Cer. Hirundinella die Hülle bestimmt

*) Historia vermium terrestr. et fluviatil. Hauniae 1773. V. I. p. 63—64 und p. 98—99.
**) Zoologiae Danicae prodromus. Hauniae 1777. p. 266.

erwähnt und auch schon den Bauchausschnitt derselben ohne Zweifel sah, gedenkt er bei den beiden anderen der Hülle nicht. Die Querfurche sah er sowohl bei C. Hirundinella wie bei Peridinium, dagegen bei Cer. Tripos nicht. Von der Geisselbewaffnung hat er kaum etwas gesehen. Bei Cer. Hirundinella ist gar keine Rede von Cilien oder Geisseln, bei Cer. Tripos dagegen vermuthete er auf der Unterseite verborgene Cilien und bei Peridinium gelang es ihm jedenfalls, etwas von der Bewegung in der Querfurche zu sehen, ja er sprach sogar die Vermuthung aus, dass letztere vielleicht von verschmolznen Cilien gebildet werde. Doch ist seine Beschreibung, speciell bei Peridinium, recht unklar, so dass es nicht gelingen will, seine Auffassung völlig zu verstehen. Von Müller rührt auch die bis in die neueste Zeit herrschend gebliebene irrthümliche Orientirung unserer Formen her; während er nämlich bei Cer. Hirundinella das bei der Bewegung vorangehende Ende richtig als das vordere bezeichnete, giebt er Cer. Tripos eine umgekehrte Stellung, worin ihm dann Ehrenberg, Claparède und Lachmann, sowie Andere folgten.

Im Jahre 1793 beschrieb auch Schrank (2) eine Dinoflagellate unter dem Namen Ceratium tetraceras und errichtete damit gleichzeitig die erste noch heute gültige Gattung unserer Abtheilung. 1802 (3) schilderte er noch eine zweite Art dieser Gattung als Cer. macroceras, welche wohl mit Müller's Cer. Hirundinella identisch ist. Zur Kenntniss der Organisationsverhältnisse, namentlich der Bewegungsorgane trug Schrank nichts bei.

Während Nitzsch 1817*) die Zugehörigkeit von Müller's Cercaria Tripos zu der Schrank'chen Gattung Ceratium richtig erkannte, glaubte Bory de Vincent 1824**) diese Form wie die Müller'sche Bursaria Hirundinella zu Typen zweier neuer Gattungen erheben zu sollen, ohne dadurch zu ihrem besseren Verständniss etwas beizutragen.

Erst im Jahre 1830 wurde unser Wissen von den Dinoflagellaten in dankenswerther Weise durch die Forschungen, welche der Arzt Michaelis (4) über das Meeresleuchten in der Kieler Bucht anstellte, bereichert. Da diese Beobachtungen nicht von einem Zoologen ausgingen und auch ihren Schwerpunct in der Ermittelung der Ursachen und Bedingungen des Meerleuchtens fanden, so ist es erklärlich, dass sich ihr Verfasser nicht eingehender mit der Erörterung und Feststellung der zoologischen Natur der beobachteten Wesen beschäftigte. Dennoch sind seine Abbildungen so getreu, dass sich einige derselben mit Sicherheit deuten lassen. Indem Michaelis sich überzeugte, dass das Leuchten der Ostsee von thierischen Wesen bewirkt wird, stellte er gleichzeitig fest, dass die gewöhnlichsten Leuchtwesen dieses Meeres Dinoflagellaten sind. Als sicher leuchtend beobachtete er eine bis dahin noch nicht bekannte Form,

*) Beitr. z. Infusorienkunde oder Naturbeschr. der Zerkarien und Bacillarien. Neue Schriften der naturf. Gesellsch. zu Halle. Bd. III. 1817. p. 4.

**) Encyclopédie méthod. Zoophytes 1824. p. 454 und 753.

welche er als Volvox bezeichnete und die nach der Abbildung Peridinium divergens ist; weiterhin führte er, wegen ihrer grossen Häufigkeit im leuchtenden Seewasser, als leuchtende Formen noch auf: das Ceratium Tripos Müller's und zwei weitere zuerst von ihm entdeckte Arten, sog. Cercarien, von welchen die eine Ceratium Fusus, die andere Prorocentrum micans war. Ausserdem lässt sich auf seinen Abbildungen noch deutlich eine Dinophysis erkennen, welche er nicht weiter bezeichnete. Wie gesagt, sind seine Figuren recht gut, ja es ist auf denselben einiges angedeutet, was erst später genauer erkannt wurde; so finden wir bei nicht wenigen der abgebildeten Cer. Tripos die hintere Geissel angegeben, wenn auch in der Gestalt mehrerer Fäden, ein Irrthum, in welchen bekanntlich auch Ehrenberg bei der Untersuchung der Flagellaten zuerst verfiel. Noch interessanter erscheint, dass er sowohl bei Cer. Tripos wie Fusus schon das Zusammenhängen zweier Individuen abbildete, was erst in neuester Zeit von Murray und Pouchet genauer erkannt wurde. Die eingehenden Untersuchungen Michaelis' über die Einflüsse verschiedener Agentien chemischer und anderer Natur auf das Meerleuchten interessiren uns hier nicht weiter und werden auch später noch kurz zu erwähnen sein.

Schon vor der Publication der eben geschilderten Untersuchungen von Michaelis hatte auch Ehrenberg seine Aufmerksamkeit den Dinoflagellaten zugewendet und seinen Bestrebungen verdanken wir eine in vieler Hinsicht verbesserte und erweiterte Kenntniss derselben. 1830*) waren ihm erst zwei Formen bekannt geworden, welche er mit der Gattung Cyclidium in einer besonderen Familie der Epitricha unter seinen Anentera vereinigte, indem er für sie eine neue Gattung Peridinium errichtete. Damals hielt er sie für nackt und von der Geisselbewaffnung war ihm noch nicht viel bekannt, da seine Diagnose auf ein allgemeines in queren Reihen geordnetes Wimperkleid hindeutet. 1831**), wo er noch zwei weitere Arten aufgefunden hatte, stellte er die Peridinien unter die gepanzerten Formen und verblieb auch in der späteren Zeit der Ansicht, dass alle ihm bekannten Dinoflagellaten mit einer Panzerhülle versehen seien. Jetzt wird auch ein doppelter Wimperkranz in der Querfurche beschrieben.

Das Studium der marinen Formen, auf welche die Forschungen Michaelis' Ehrenberg hinleiteten, förderte ihn in der Erkenntniss der Dinoflagellaten beträchtlich. 1833 und 1834***) konnte er daher nicht nur die von Michaelis abgebildeten Formen als Angehörige seiner Gattung Peridinium deuten, sondern auch mehrere neue Arten aus der Ostsee beschreiben. Namentlich gelang es ihm nun, bei einem Theil der marinen wie der Süsswasserformen einen Rüssel, die hintere Geissel, zu finden, und daher vermuthet er denn auch an der Basis derselben einen Mund. Den Ursprung dieser Geissel vermochte

*) Abhandl. der Berliner Akad. a. d. J. 1830. p. 38.

**) ibidem. a. d. J. 1831. p. 74—75.

***) Abhandl. der Berliner Akad. a. d. J. 1833. p. 270—272 und p. 307; die Abbildungen hierzu ibidem a. d. J. 1834 auf T. II.

er nicht richtig festzustellen; er lässt sie irriger Weise stets am Hinterende der Längsfurche entspringen. Uebrigens war er hinsichtlich der Orientirung der Formen etwas unsicher, da er, wie erwähnt, das Cer. Tripos und Furca verkehrt, dagegen andere, wie Peridinium Michaelis und Glenodinium fuscum richtig orientirte. Bei letzterer Form, welche in der gleichen Abhandlung auch beschrieben wurde, beobachtete er die Längsfurche recht wohl, dagegen nicht die hintere Geissel, sondern stattete auch die Längsfurche mit zwei Cilienreihen aus. Das Prorocentrum micans, welches Michaelis als eine Cercarie abgebildet hatte, wurde gleichzeitig von Ehrenberg genauer studirt, jedoch, dem damaligen Standpunct der Kenntnisse ganz entsprechend, nicht der Familie der Peridineen, sondern der der Cryptomonaden, zugesellt, da er die Querfurche und den Wimperkranz bei demselben vermisste, dagegen schon eine Geissel beobachtete. Dieses Verfahren kann man bei dem damaligen Stand der Forschung, wie gesagt, nur billigen. Dass Ehrenberg die wohl beobachteten Chromatophoren der marinen Formen als Ovarien deutete und den Kern, welchen er nur bei Cer. Tripos bemerkte, als Samendrüse auffasste, ist nach seinen schon bei den Flagellaten geschilderten Vorstellungen selbstverständlich. Auch die Deutung von Vacuolen als Mägen schliesst sich dem an.

Eine Bereicherung aus dem Jahre 1835*) bildet die Entdeckung eines Augenflecks bei Glenodinium cinctum, welche zur Errichtung dieser Gattung führte, wenn sich dieselbe auch später, wenigstens in diesem Sinne, nicht erhalten liess. Schon im folgenden Jahr**) gelang es, die Dinoflagellaten auch im fossilen Zustand in den Feuersteinen der Kreide aufzufinden und gleichzeitig gewisse von Ehrenberg zu den Desmidiaceen gestellte Formen, sog. Xanthidien, lebend und an dem gleichen Ort auch fossil zu beobachten, Formen, welche Stein in neuester Zeit gleichfalls den Dinoflagellaten zuzählen möchte. Diese Forschungen über fossile Dinoflagellaten wurden später in der 1854 erchienenen Mikrogeologie noch vervollständigt, wo übrigens auch einige lebende Formen abgebildet sind.

In dem 1838 (5) erschienenen Hauptwerk fasste Ehrenberg seine Erfahrungen zusammen und berichtete ferner, dass ihm bei gewissen Formen die Fütterung mit Indigo gelungen sei, was denn auch für sein Peridinium pulvisculus nicht unwahrscheinlich ist. Hier erfahren wir auch zuerst einiges über die Fortpflanzung, indem bewegliche angebliche Längstheilungszustände bei drei Arten geschildert werden. Welche Bedeutung denselben zukommt, ist leider zur Stunde noch nicht ganz aufgeklärt, und soll später eingehend erörtert werden.

In der Beurtheilung der allgemeinen Stellung und Verwandtschaft der Dinoflagellaten war Ehrenberg ebensowenig glücklich wie hinsichtlich

---

*) Ibid. a. d. J. 1835. p. 174.
**) Ibid. a. d. J. 1836. p. 109.

der Flagellaten. 1838 fasste er die bekannten Formen, mit Ausnahme des Prorocentrum, das bekanntlich zu den Cryptomonaden gezogen wurde, in eine Familie der Peridinaca zusammen, reihte in dieselbe aber auch eine Anzahl Trachelomonasarten ein, indem er ohne Zweifel die Borstenbedeckung, welche die Hülle bei dieser Gattung zuweilen zeigt, mit den Cilien der Dinoflagellaten in eine Reihe stellte. Die Familie der Peridinaea bildete die letzte unter den Anentera und auf sie folgte gleich als erste der Enterodela die der Vorticellina, so dass auch Ehrenberg wohl schon der Ansicht war, es leiteten die Dinoflagellata zu den peritrichen Ciliaten über.

Wir dürfen hier gleich der späteren Arbeiten Ehrenberg's gedenken, weil er sich bekanntlich zu einer Aenderung seines Standpunctes von 1838 nicht entschliessen konnte. Im Jahre 1839 (6) entdeckte er die wichtige Gattung Dinophysis. Seine verschiedenen späteren Mittheilungen von 1840—1873 beschränken sich lediglich auf die Aufstellung der Diagnosen neuer oder für neu gehaltener Arten. Nur die Publication von 1859 enthält auch eigene Beobachtungen über das Leuchtvermögen gewisser Formen des Mittelmeeres.

In den von Ehrenberg referirten Mittheilungen Werneck's (1841, 8) finden sich einige Bemerkungen über Angehörige unserer Gruppe. Zwar will uns die Beobachtung eines Afters bei Prorocentrum und des Lebendiggebärens bei Peridinium und Glenodinium heutzutage nicht recht plausibel erscheinen, dagegen beansprucht das hier zuerst mitgetheilte Vorkommen mariner Formen im süssen Wasser grösseres Interesse, da sich dieser Angabe später bestätigende von Cohn (1850), Pringsheim (bei Claparède und Lachmann) und Maggi (1880) anschlossen. Wir werden dieselben übrigens später kritisch zu untersuchen haben.

Wenngleich sich in dem Werk Dujardin's (9) keine eigenen Beobachtungen über Dinoflagellaten finden, so musste der französische Forscher doch bei der richtigeren Vorstellung, welche er von seiner Gruppe der Flagelliferen hatte, auch zu einer natürlicheren Beurtheilung der Stellung der Peridineen kommen. Zunächst schied er mit richtiger Erkenntniss die Trachelomonaden aus der Familie aus und stellte dieselbe als die letzte in die Abtheilung seiner flagelliferen Infusorien, welche, wie früher bemerkt, unseren Mastigophoren entspricht.

Zur Vermehrung unserer Erfahrungen über die geographische Verbreitung trug Bailey 1850 (18) durch seine Untersuchungen in Nordamerika bei und besprach 1855 (17) auch zwei marine Formen. Nur in geographisch faunistischer Beziehung haben auch die Beobachtungen Schmarda's über egyptische Formen Interesse, welche deshalb auch gleich an dieser Stelle erwähnt werden mögen (1854, 16).

Ausgedehntere Untersuchungen über die Süsswasserformen konnte Perty im Jahre 1852 (12) mittheilen, doch haben dieselben weder in systematischer noch anatomischer Hinsicht den Stand unserer Kenntnisse wesentlich gefördert. Die allgemeinen Vorstellungen Perty's über die

Organisation der Dinoflagellaten waren dieselben, welche auch schon bezüglich der Flagellaten hervorgehoben wurden (vergl. p. 637). Erwähnenswerth scheint, dass er zuerst auf das Vorkommen nackter Formen aufmerksam machte und die richtige Orientirung gegenüber Ehrenberg betonte. Sog. Längstheilungszustände werden von ihm bei zwei Arten beschrieben und bei Peridinium tabulatum scheint er auch die Encystirung schon beobachtet zu haben. Recht verwirrt sind seine systematischen Bestrebungen und die neu aufgestellten Arten wohl durchaus unhaltbar.

Einer kurzen Notiz von Allman aus dem Jahre 1855 (19) verdanken wir einige nennenswerthe Fortschritte, jedoch verbunden mit einer ganz unverständlichen Angabe. Bei einer zu Glenodinium oder Peridinium gehörigen (als Per. uberrimum bezeichneten) Süsswasserform konnte der englische Forscher einmal zuerst die richtige Insertion der Längsfurchengeissel am Vorderende der Längsfurche feststellen und weiterhin den Nachweis des Kernes mit aller Schärfe führen, wobei er auch zuerst etwas von der bemerkenswerthen Kernstructur der Dinoflagellaten sah. Ferner gelang es ihm, das häufige Vorkommen von Ruhezuständen zu erweisen. Unsicherer dagegen erscheint seine Angabe über die Fortpflanzung durch Quertheilung und ganz unglaublich die Behauptung, dass der ganze Körper mit Ausnahme der Furchen von einem dichten Wimperkleide überzogen sei. Es soll erst später versucht werden, diese Angabe zu kritisiren.

In mancher Hinsicht an die eben erwähnten erinnernde Beobachtungen theilte Carter 1858 (18) über ein marines Peridinium der Küsten von Bombay mit. Als wichtigstes Ergebniss seiner Untersuchungen muss hier hervorgehoben werden, dass auch er den Uebergang in den ruhenden Zustand als regelmässige Erscheinung in dem Entwickelungsgang seines Per. sanguineum beobachtete und dabei die ursprünglich grüne Farbe desselben durch reichliche Bildung eines rothen Oeles in tiefes Roth übergehen sah, so dass dadurch eine Rothfärbung des Seewassers verursacht wurde. Wichtiger erscheint, dass er zuerst Theilung im ruhenden Zustand feststellte. Er wies auch schon richtig auf die Beziehungen, welche sich in diesem Entwickelungsgang mit dem gewisser Flagellaten und einzelliger Algen verrathen, hin, wenn wir ihm auch darin nicht völlig beistimmen können, dass er die rein pflanzliche Natur der Peridinien damit für erwiesen erachtete. Besonders wichtig erscheint weiter, dass er zuerst die Cellulosereaction der Hülle der ruhenden Formen feststellte. Leider fehlen der Abhandlung Abbildungen, weshalb eine sichere Vergleichung der beobachteten Form mit anderen nicht wohl möglich ist. Eine spätere Notiz von Carter (1871, 22) hat nur für die geographische Verbreitung Interesse.

Viel hervorragender als alle seither besprochnen, auf Ehrenberg folgenden Abhandlungen erscheint die Bearbeitung der Dinoflagellaten, welche Claparède und Lachmann in ihrem bekannten Infusorienwerk 1858 bis 1861 (21) veröffentlichten. In der Erkenntniss der Organisation zwar kamen sie nicht wesentlich über Ehrenberg hinaus, wenn sie auch

manches genauer darstellten. Den Ursprung der hinteren Geissel erkannten sie z. Th. richtig und fanden auch bei Ceratium cornutum zuweilen zwei Geisseln, was im Hinblick auf die neueren Erfahrungen interessant ist. Die nahe Verwandtschaft des Prorocentrum mit den übrigen Dinoflagellaten wurde ihnen klar und sie vereinigten diese Gattung deshalb mit unserer Gruppe, welche sie durch die Entdeckung der wichtigen Gattung Amphidinium, sowie einer Anzahl neuer mariner Arten bereicherten. Mit Recht erhoben sie die Gruppe auf Grund der damaligen Erfahrungen zu einer selbstständigen der Cilioflagellaten, welche eine zwischen den Flagellaten und Ciliaten vermittelnde Stellung einnehmen sollte. Wichtiger als die eben aufgeführten Ergebnisse sind die, welche die beiden Forscher auf dem Gebiet der Fortpflanzung und Entwicklung erzielten, worüber sie der Pariser Akademie schon im Jahre 1857 einen Bericht vorlegen konnten. Sie glaubten die Beobachtungen Ehrenberg's und Perty's über Längstheilung bestätigen zu können und vermehrten namentlich unser Wissen von den Ruhezuständen. Ihnen verdankt man die erste Bekanntschaft mit den sog. gehörnten Cysten der Peridinien, welche leider heute noch nicht sicher aufgeklärt sind. Das Vorkommen nackter, beweglicher wie ruhender Formen wurde von ihnen bestätigt, doch hielten sie dieselben sämmtlich für vorübergehende Zustände umhüllter Arten. Im Allgemeinen macht sich bei ihren Studien über die Entwickelung störend geltend, dass dieselben nicht auf zusammenhängenden Beobachtungen basiren, sondern gelegentlich Gefundenes zusammenstellen.

Auf Claparède und Lachmann's Werk folgte ein Zeitraum von fast 20 Jahren, welcher für die Weiterentwickelung der Dinoflagellatenkenntnisse fast unfruchtbar war. Nur kurz soll hier angedeutet werden, dass James-Clark im Jahre 1865*) den Versuch machte, eine Ciliatenform, das Urocentrum Turbo Ehrb., von welchem er eine recht gute Schilderung entwarf, den Cilioflagellaten zuzugesellen und hierdurch die thierische Natur der letzteren zu erweisen. Der Missgriff war hervorgerufen worden durch die unserer Ansicht nach irrthümliche Beschreibung, welche Allman von dem sog. Peridinium uberrimum gegeben hatte. Das allgemeine Cilienkleid, welches letzterer Forscher, sonder Zweifel fälschlich, bei seinem Peridinium uberrimum beschrieben hatte, konnte allein James veranlassen, an einem solchen Vergleich zu denken und R. S. Bergh, welcher in seiner Arbeit (30) James-Clark wegen dieses Irrthums verspottet, referirt nichts destoweniger wenige Zeilen vorher die Angabe Allman's, dessen Arbeit er eine besondere Wichtigkeit zuschreibt, ohne jede weitere Bemerkung. Wäre aber die Allman'sche Behauptung richtig, so könnte man James-Clark bei seinem Vergleich nicht besonders tadeln und derselbe hat sogar eine gewisse Rechtfertigung dadurch er-

*) Proofs of the animal nature of the cilioflagellate infusoria etc. Ann. mag. nat. hist. (III.) XVI. p. 270—279. Pl. XII.

fahren, dass noch in neuester Zeit ein geübter Infusorienforscher, Entz, (40), gerade das Urocentrum Turbo als nächsten Verwandten der Dinoflagellaten betrachtet, in directem Gegensatz zu den Anschauungen Bergh's. Wir verweilen daher auch nicht länger bei der Polemik, welche sich zwischen Carter und James*) über des letzteren Auffassung des Urocentrum erhob.

Die aus dem Jahre 1866 datirende Zusammenstellung der Dinoflagellaten, welche Diesing in seiner Revision der Prothelminthen (23) gab, trug nicht zu einem besseren Verständniss der Gruppe bei, verwirrte vielmehr die Systematik durch Aufstellung einer Anzahl ganz unbegründeter Gattungen und durch Zurechnung mehrerer nicht hierhergehöriger Formen.

Auch die Beobachtungen über gewisse Dinoflagellaten der Ostsee, welche Willemoes-Suhm 1871 (25) mittheilte, sind bis jetzt ziemlich unverständlich geblieben, so dass wir an dieser Stelle nicht näher auf dieselben eingehen wollen.

Im Jahre 1873 wurde zuerst die interessante Gattung Polykrikos von Bütschli (26) genauer beschrieben und als Protozoë erkannt, dagegen erst 1882 von Bergh den Dinoflagellaten zugewiesen, unter welchen sie eine der auffallendsten Formen darstellt.

Das umfangreiche Protozoënwerk von Fromentel (1874) hat unserer Abtheilung keinerlei Bereicherung gebracht, dagegen konnte Warming (1875, 27) auf Grund gelegentlicher Untersuchungen über das Vorkommen von Cellulose und Stärkemehl bei den Dinoflagellaten berichten, was ihn veranlasste, dieselben den einzelligen Algen zu überweisen.

Eine neue Epoche eröffneten erst die hervorragenden Untersuchungen Stein's, welcher schon 1878 (28) in der historischen Einleitung seines Flagellatenwerkes eine kurze Darstellung seiner Forschungsergebnisse mittheilte, welche er von da an noch mehrere Jahre fortsetzte. Die Frucht dieser Bemühungen bildete ein 1883 (39) veröffentlichter Atlas zu seinen Dinoflagellatenstudien, welchen leider nur ein ganz kurzer Text begleitet. Schon 1878 konnte Stein zwei neue Gattungen Gymnodinium und Hemidinium unterscheiden und denselben 1883 einen ungeahnten Reichthum neuer mariner Formen, von z. Th. recht merkwürdiger Gestaltung zufügen. Auch die Fortpflanzungsgeschichte verdankt ihm wesentliche Bereicherung, namentlich suchte er das Vorkommen der Copulation und die Entwicklung innerer Keime wie bei den Flagellaten nachzuweisen.

Da es an dieser Stelle nicht unsere Aufgabe sein kann, diese der Neuzeit angehörigen Forschungen genauer zu besprechen, so beschränken wir uns darauf, die allgemeine Auffassung, zu welcher Stein bezüglich der Dinoflagellaten gelangte, kurz anzudeuten. Er rechnet sie zu seiner Gruppe der Flagellata und stellt sie den übrigen Formen derselben, wegen der Zusammengesetztheit der Hülle, als arthrodele Fla-

*) Ann. mag. nat. hist. (III.) XVI. p. 399—402 und XVIII. p. 2—6.

gellata gegenüber. Wie die übrigen Flagellata gelten ihm daher auch die Dinoflagellata als echt thierische Wesen, welchen er ganz allgemein eine Mundöffnung zur Aufnahme fester oder flüssiger Nahrung und eine oder mehrere contractile Vacuolen zuschreibt. In der Erkenntniss des Bewegungsapparates kam er nicht wesentlich über Claparède und Lachmann hinaus. Auch für ihn ist die Querfurche der Sitz eines Wimperkranzes; dennoch zweifelt er in seiner zweiten Abhandlung nicht an der Hiehergehörigkeit des Prorocentrums und seiner Verwandten, deren Dinoflagellatennatur er noch 1878 in Frage zog. Die Familie der Prorocentrinen war schon 1881, wie hier einschaltend berichtet werden mag, durch Cienkowsky (33) um eine neue Form bereichert worden, welche jedoch höchst wahrscheinlich mit einer 1858 von Ehrenberg entdeckten identisch ist. Cienkowsky beobachtete bei derselben zuerst richtig die beiden Geisseln, wurde jedoch auf die Verwandtschaft mit Prorocentrum nicht aufmerksam.

Etwas tiefer in die wahre Organisation unserer Gruppe war eine Arbeit von R. S. Bergh eingedrungen (30), welche 1881, in der Zeit zwischen den beiden Mittheilungen Stein's erschien. Zunächst constatirte derselbe, dass sich die Dinoflagellaten wie die Flagellaten in ihren Ernährungsverhältnissen bald thierisch, bald pflanzlich verhalten; dann gelangte er in der Erforschung der Bewegungsorgane etwas weiter, indem er statt des Cilienkranzes gewöhnlich einen am freien Rande in Cilien fortgesetzten contractilen Saum annimmt. Immerhin glaubte er in diesem Verhalten keine Veranlassung zu einer Aenderung der Ansicht über die vermittelnde Stellung der Gruppe zwischen den Flagellaten und Ciliaten finden zu sollen, welcher Auffassung er sich vielmehr mit besonderer Wärme zuwandte.

Durch Beschreibung mehrerer neuer Formen und schärfere Characterisirung anderer trug diese Arbeit wesentlich zu einem besseren Verständniss der Beziehungen der Gattungen und Arten unter einander bei. Weniger eingehend und zutreffend sind dagegen seine Angaben über die einzelnen Organisationsbestandtheile, die daher auch in der neuesten Zeit eine Reihe von Correcturen erfuhren. Auch über die Fortpflanzungsverhältnisse enthält sie nicht viel. Ueber letztere berichtete auch schon 1879 Joseph (29) nach Untersuchungen an einem Peridinium, doch lassen seine kurzen, von Abbildungen nicht begleiteten Mittheilungen begründete Zweifel zu.

Maggi (31) und Kent (32) entwarfen ziemlich gleichzeitig eine Zusammenstellung der bekannten Dinoflagellatenformen, ohne durch eigene Untersuchungen den Gegenstand wesentlich zu fördern. Letzterer entstellte hingegen, ähnlich wie früher Diesing, die so einheitliche Gruppe durch die Einreihung einer Anzahl nicht hiehergehöriger oder ganz unsicherer Formen. Auch der Bericht von Balbiani (43) über unsere Gruppe in seinen Leçons sur les Protozoaires enthält nichts Neues von Bedeutung.

Vielleicht der wichtigste Fortschritt, welcher seit Ehrenberg in der Erkenntniss der Dinoflagellaten gemacht wurde, war der 1883 von Klebs (36) geführte Nachweis, dass die so lange behauptete Existenz eines Cilienkranzes in der Querfurche ein Irrthum gewesen sei, dass vielmehr eine einfache Geissel in derselben verlaufe. Diese ursprünglich nur an Süsswasserformen gemachte Beobachtung konnte Klebs in einer späteren Arbeit auch für marine bestätigen und auch Bütschli (46) gelang es, durch im Interesse dieses Werkes unternommene, eigne Untersuchungen die Klebs'schen Angaben zu bestätigen, indem er gleichzeitig den Kernverhältnissen seine Aufmerksamkeit zuwandte.

Dem Jahre 1883 verdanken wir noch zwei Arbeiten französischer Forscher, Pouchet und Gourret (37 und 38), über marine Dinoflagellaten, welche sich hauptsächlich auf systematischem Gebiet bewegen und abgesehen von der Beschreibung einiger neuer Formen unsere Kenntnisse nicht erheblich vermehrt haben. Hervorhebenswerth erscheint, dass Pouchet zuerst wieder auf die schon von Michaelis beobachtete kettenförmige Aneinanderreihung der Ceratien einging, welche übrigens schon vor ihm durch Murray (1881—82; 34) wiederentdeckt worden war. Eine Anzahl der neueren Beobachter suchten schliesslich der 1872 von Allman zuerst geäusserten Ansicht, von der näheren Verwandtschaft der Dino- und Cystoflagellaten (Noctiluca), Geltung zu verschaffen. Kent, Pouchet, Stein und schliesslich Bütschli, doch mit wesentlich anderer Begründung wie seine Vorgänger, verbreiteten sich über diese Frage.

Obwohl nun die neueren Beobachtungen in vielen Richtungen zu einer bedeutend erweiterten und vertieften Kenntniss unserer Gruppe geführt haben, zeigt dieselbe doch namentlich auf dem Gebiet der Fortpflanzungs- und Entwicklungsgeschichte noch grosse Lücken, welche wohl bei dem frisch belebten Interesse an den Dinoflagellaten in nicht zu langer Zeit ausgefüllt werden dürften.

2. Literatur.

1. **Müller, O. Fr.,** Animalcula infusoria fluviat. et marina. Hauniae 1786. p. 117, 136, 256—57, T. XVII, 9—12; XIX, 22; XXV, 5—6, A—B.
2. **Schrank, Fr. von Paula,** Mikroskopische Wahrnehmungen, in: Der Naturforscher, herausgeg. von Walch. 27. Stück 1793. p. 26—37. Taf. III.
3. —— Briefe naturhist., physik. und ökonom. Inhaltes an Herrn B. S. Nau, Erlangen. 1802. p. 374—76. Taf. II.
4. **Michaelis, G. A.,** Ueber das Leuchten der Ostsee nach eigenen Beobachtungen. Mit 2 Tafeln. Hamburg 1830.
5. **Ehrenberg, Chr. G.,** Die Infusionsthiere als vollkommne Organismen, Berlin 1838. (Früheres siehe in Abhandl. d. Berliner Akademie a. d. J. 1830—31 und 33—36.)
6. —— Ueber noch jetzt zahlreich lebende Thierarten der Kreidebildung. Abh. der Berliner Akademie a. d. J. 1839. p. 81—174.
7. —— Beobachtungen von 274 Infusorienarten. Monatsber. der Berliner Akademie 1840. p. 197—219.
8. **Werneck,** Untersuchungen über mikroskopische Organismen in der Umgebung von Salzburg. Mitgetheilt von Ehrenberg, Monatsber. der Berliner Akademie 1841. p. 102—110 und p. 373—77.
9. **Dujardin, F.,** Hist. natur. des Zoophytes. Infusoires. Paris 1841.

10. **Bailey, J, W.,** Microcospical observations made in South-Carolina, Georgia and Florida. Smithson. contributions two knowledge. V. II. 1850. 3 Taf.

11. **Cohn, F.,** Beobachtungen über mikroskop. Organismen. Monatsb. d. Berliner Akademie 1850. Anm. p. 57.

12. **Perty, M.,** Zur Kenntniss kleinster Lebensformen, nach Bau, Functionen, Systematik etc. Bern 1852.

13. **Ehrenberg, Ch. G.,** Ueber neuere Anschauungen des kleinsten nördlichen Polarlebens. Monatsber. der Berliner Akademie a. d. J. 1853. p. 522—33.

14. —— Nova genera et novae species maris profundi. Monatsber. der Berl. Akademie 1854. p. 236—250.

15. —— Mikrogeologie. Leipzig 1854.

16. **Schmarda, L. K.,** Zur Naturgeschichte Aegyptens. Denkschr. der Wiener Akademie Bd. VII. 1854. 28 p. m. 7 Taf.; s. auch Kl. Beiträge z. Naturgesch. d. Infus. Wien 1846.

17. **Bailey, J. W.,** Notes on new species and localities of microscopic. organisms. Smithsonian contributions to knowledge Vol. VII.

18. **Allman, G. J.,** Observations on Aphanizomenon Flos-aquae, and a species of Peridinea. Quart. journ. micr. sc. Vol. III. 1855. p. 21—25. Pl. III.

19. **Carter, H. J.,** Note on the red colouring matter of the sea round the shores of the island of Bombay. Ann. nat. hist. (III.) I. 1858. p. 258—62.

20. **Ehrenberg, Ch. G.,** Ueber das Leuchten und über neue mikroskopische Leuchtthiere des Mittelmeeres. Monatsber. der Berliner Akad. 1859. p. 727 und p. 791. Abbildungen hierzu siehe in Festschrift z. Feier des 100jährigen Bestehens d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin. Berlin 1873. S. auch Monatsb. 1861 p. 295.

21. **Claparède, E., et Lachmann, J.,** Études s. les infus. et les rhizopodes. Mém. instit. nation. génévois. T. V—VII. 1858—61.

22. **Weisse, J. Fr.,** Verzeichniss aller von mir in einem 30jährigen Zeitraum zu St. Petersburg beobachteten Infusorien. Bull. soc. imp. de Moscou. 1863. p. 236. (Siehe die früheren Verzeichnisse bei Flagellata p. 654.)

23. **Diesing, K. M.,** Revision der Prothelminthen. Sitzber. d. k. Akad. zu Wien. Bd. 52. p. 287. 1866.

24. **Carter, H. J.,** Note on a freshwater species of Ceratium from the lake of Nynee Tal in Kumaon. Ann. m. of nat. hist. (IV) VII 1871. p. 229—30.

25. **Willemoes-Suhm, R. von,** Biologische Beobachtungen über niedere Seethiere. 1) Zur Entwickl. eines Peridinium. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. XXI. 1871. p. 380—382. Taf. XXXI.

26. **Bütschli, O.,** Einiges über Infusorien. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. IX. 1873. p. 657 bis 678. Taf. XXV—XXVI.

27. **Warming, E.,** Om nogle ved Danmarks Kyster levende Bacterier. Vidensk. Medd. fra naturhist. Foren. i Kjöbenhavn f. Aaret 1875. p. 414.

28. **Stein, Fr. von,** Der Organismus der Infusionsthiere. III. Abth. I. Hälfte. Leipzig 1878 p. 88—96.

29. **Joseph, G.,** Ueber Grotteninfusorien. Zoolog. Anzeiger 1879. II. Jahrg. p. 114—18.

30. **Bergh, R. S.,** Der Organismus der Cilioflagellaten. Morpholog. Jahrbuch Bd. VII. 1881. p. 177—288 Taf. XII—XVI.

31. **Maggi, L.,** a. Intorno al Ceratium furca Cl. e. L. e ad una sua varieta. Bolletino scientifico. Anno I. 1880. p. 125—28.

—— b. Tassonomia e corologia dei Cilioflagellati. Bollet. scientif. Anno II. 1880. p. 7—16

—— c. Intorno ai Cilioflagellati. Nota corologica. Rendic. d. R. Instit. Lombardo. s. II. V. 13. 1880. p. 20.

32. **Kent, S.,** A Manual of infusoria. Vol. I. p. 439—469. London 1880—81.

33. **Cienkowsky, L.,** Bericht über Excursionen ins weisse Meer. Arbeiten der St. Petersburger naturf. Gesellsch. Bd. XII. 42 p. 3 Taf. 1881 (russisch).

34. **Murray, J.,** Exploration of the Faroe channel. Proc. roy. soc. Edinburgh 1881—82. p. 18.

35. **Bergh, R. S.,** Ueber die systematische Stellung der Gattung Amphidinium Clap. und Lachm. Zool. Anzeiger 1882. p. 693.

36. **Klebs, G.,** Ueber die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusoriengruppen. Unters. aus dem botan. Institut. zu Tübingen. Bd. I. p. 233—62. Taf. 2—3. 1883.

37. **Pouchet, G.,** Contribution a l'histoire des Cilioflagellés. Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, 1883. p. 399—455, T. 19—22.

38. **Gourret, P.**, Sur les Peridiniens du golfe de Marseille. Annales du musée d'hist. nat. de Marseille T. I. 1883. 101 pp. 4 pl.

39. **Stein, Fr. von,** Der Organismus der Infusionsthiere III. Abth. II. Hälfte. Die Naturgesch. d. arthrodelen Flagellaten. Einleit. u. Erkl. der Abbildungen. 25 Taf. Leipzig 1883.

40. **Bergh, R. S.**, Neue Untersuchungen über Cilioflagellaten. Kosmos, herausgegeb. von Vetter. 1884. I. Bd. p. 384—90.

41. **Entz, G.**, Beiträge zur Kenntniss der Infusorien, Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 38. p. 167—189. T. VIII.

42. **Imhof, O. E.**, Resultate meiner Studien über die pelagische Fauna der Süsswasserbecken der Schweiz. Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 40. p. 154—178. 1884.

43. **Balbiani, G.**, Les protozoaires. Leçons faites au collège de France. XXI. Les cilioflagellés. Journal de micrographie T. VIII. 1884. p. 138—142, p. 249—57 u. p. 367—75.

44. **Klebs, G.**, Ein kleiner Beitrag zur Kenntniss der Peridineen. Botanische Zeitung Jahrg. 42. 1884. p. 721—33 u. p. 737—45. T. X.

45. **Blanc, H.**, Note sur le Ceratium Hirundinella (O. F. M.) Bullet. soc. vaud. sc. nat. Vol. XX. 11 p. T. X. 1884.

45a. **Daday, E. von,** Ueber eine Polythalamie der Kochsalztümpel bei Déva in Siebenbürgen. Zeitschrift f. wiss. Zoologie Bd. 40, 1884 Taf. 24. p. 479.

46. **Bütschli, O.**, Einige Bemerkungen über gewisse Organisationsverhältnisse d. Cilioflagellaten und der Noctiluca. Morpholog. Jahrbuch Bd. X. 1885. p. 529—77. 3 Taf. Mit einem Beitrag von E. Askenasy.

47. **Pouchet, G.**, Sur un Péridinien parasite. Compt. rend. Ac. sc. Paris. 1884. 26. Mai.

48*). — — Nouvelle contribution à l'histoire des Peridiniens marins. Journ. de l'anatomie et de la physiologie T. XXI 1885, p. 28—88. Pl. II—IV.

3. Kurzer Ueberblick der allgemeinen Morphologie des Dinoflagellaten-Körpers nebst Characteristik der Untergruppen.

Aus dem historischen Abschnitt ist bekannt, dass erst die Forschungen der letzten Jahre richtigere Vorstellungen von dem Bau der Dinoflagellaten zu Tage gefördert haben. Wir sind daher jetzt in der glücklichen Lage, die etwas unbestimmte und mangelhafte Characteristik, welche auf p. 619 gegeben wurde, in erwünschter Weise zu vervollständigen und zu verbessern. Obgleich erst in einem späteren Abschnitt die verwandtschaftlichen Beziehungen der Dinoflagellaten eingehender besprochen werden sollen, müssen wir doch an dieser Stelle schon bemerken, dass nach unserer Ansicht ihre directe Ableitbarkeit von den Flagellaten nicht zweifelhaft sein kann, dass sie vielmehr als ein zu eigenthümlicher Entwicklung gelangter Zweig derselben betrachtet werden müssen. Es sind nicht etwa sehr einfache und primitive Flagellaten, von welchen sich unsere Gruppe höchstwahrscheinlich ableitet, sondern ziemlich hoch differenzirte, nämlich irreguläre Isomastigoden aus der Familie der Cryptomonadinen, mit welchen die einfacheren Dinoflagellaten einen bemerkenswerthen Grad von Uebereinstimmung darbieten.

Aus dem Gesagten ergiebt sich demnach schon, dass wir bei den Dinoflagellata im Allgemeinen zwei Geisseln antreffen werden, welche bei den primitiven, entsprechend den Verhältnissen der Cryptomonaden, von einem am vorderen Körperpol gelegenen Punkt entspringen. Wie bei der erwähnten Flagellatenfamilie besitzt der Körper eine ursprünglich

*) Da diese Arbeit mir erst während der Correctur zur Hand gekommen ist, so kann ich dieselbe nicht mehr ausreichend berücksichtigen.

zweiseitige Gestaltung, welche durch geringe Differenzen der beiden Seiten asymmetrisch geworden ist. Doch ist auch bei diesen ursprünglichen Dinoflagellatenformen schon diejenige Fortbildung gegenüber den Cryptomonadinen eingetreten, welche für die ganze Ordnung bezeichnend erscheint, nämlich die functionelle Differenzirung der beiden Geisseln, für welche wir aber in anderen Abtheilungen der Flagellaten Analogien finden. Die eine Geissel ist nach vorn gerichtet und bewegt sich mehr schlagend oder in langgestreckten Wellen, die andere nimmt einen queren, bogigen Verlauf um die Basis der ersteren und ihre Bewegungen erfolgen derart, dass zahlreiche, sehr kurze Wellen ununterbrochen über sie hinziehen.

Da schon bei diesen primitivsten Formen eine aus Cellulose bestehende Membran oder Hülle (Schale, Panzer) entwickelt ist, welche bei der grossen Mehrzahl der Uebrigen wiederkehrt, so darf die Ausbildung einer solchen Umhüllung um so mehr als characteristisches Merkmal der ganzen Gruppe bezeichnet werden, da es auch recht wahrscheinlich ist, dass die nackten Formen aus umhüllten hervorgegangen sind.

Indem sich nun alle übrigen Dinoflagellaten von den seither besprochnen durch bedeutsame Weiterbildungen recht scharf scheiden, so folgt hieraus die Zusammenfassung der ersteren zu einer besonderen Untergruppe der Prorocentrinen oder Adinida recht natürlich.

Diesen stehen nun die übrigen, welche die grosse Mehrzahl bilden, dadurch gegenüber, dass sich, in Zusammenhang mit einer noch schärferen Ausbildung der Verschiedenheit der beiden Geisseln, eine den Körper im allgemeinen quer umziehende, also gürtelartige Furche gebildet hat, in welche die querverlaufende Geissel eingelagert ist. Eine weitere constante Abweichung dieser Gruppe der Diniferen besteht darin, dass die zweite Geissel nicht nach vorn, sondern nach hinten gerichtet ist, wenn wir das bei der Bewegung voranschreitende Körperende als das vordere bezeichnen. Auch diese nach hinten gerichtete Geissel der Diniferen ist längs ihres Verlaufes über den Körper in eine Furche eingelagert, welche mit der Querfurche in Zusammenhang steht. Die Ursprungsstelle beider Geisseln ist im Allgemeinen da zu suchen, wo die beiden Furchen zusammentreffen, resp. sich kreuzen. Dieser Ursprungspunct der Geisseln, und damit in Verbindung auch der Verlauf der Querfurche an dem Körper, hat bei den verschiedenen Familien eine recht verschiedene Lage. Die Querfurche kann dem Vorderende sehr genähert sein wie bei der Familie der Dinophysiden, welche desshalb von einigen Forschern als die ursprünglichste der Diniferen betrachtet wird, oder sie umzieht, wie es bei der Familie der Peridinida gewöhnlich der Fall ist, die Mittelregion des Körpers, und endlich finden sich vielleicht auch Formen, welche eine weit nach hinten gerückte Stellung der Querfurche und des Ursprungspunctes der beiden Geisseln zeigen.

Die asymmetrische Bildung, welche schon den Prorocentrinen eigenthümlich war, tritt bei den Diniferen noch viel ausgeprägter hervor und

wird hauptsächlich durch den schraubenförmigen Verlauf der Querfurche bestimmt, wozu sich jedoch bei den umhüllten Formen häufig noch mancherlei äusserliche Abweichungen von der zweiseitigen Symmetrie gesellen.

Als Repräsentanten einer dritten Familie haben wir wohl eine bis jetzt vereinzelt dastehende Form anzusprechen, welche gewissermaassen als eine segmentirte Dinifere betrachtet werden kann, indem sich bei ihr zahlreiche Querfurchen vorfinden und jede derselben wohl sicher auch mit einer Geissel ausgerüstet ist. Die hierdurch angezeigte Untergruppe dürfte daher die Bezeichnung Polydinida verdienen.

Im Hinblick auf ihre innere Organisation nähern sich die Dinoflagellaten den Flagellaten sehr. Es sei daher nur kurz hervorgehoben, dass sie wie zahlreiche Flagellaten gewöhnlich Chromatophoren enthalten und fast stets einen einzigen Nucleus führen. Eine Ausnahme von dieser Regel bilden nur die Polydinida, bei welchen in Zusammenhang mit der Vermehrung anderer Organe auch eine solche des Kernes eingetreten ist. Dagegen scheinen eigentliche contractile Vacuolen gewöhnlich zu fehlen.

4. Schilderung der Gestaltsverhältnisse, der Morphologie der Geisseln, sowie der gröberen Morphologie der Schalenhülle.

Wie der vorhergehende Abschnitt schon darlegte, haben wir die Besprechung der Gestaltsverhältnisse naturgemäss mit den primitivsten Formen, den Prorocentrinen zu beginnen, welche sich in ihrer allgemeinen Morphologie den früher für die Cryptomonaden geschilderten Verhältnissen nahe anschliessen. Der mässig grosse Körper (41, 1, 2) ist demnach deutlich bilateral und mehr oder weniger stark komprimirt. Bei der Gattung Exuviaella (2) tritt die bilaterale Bildung weniger hervor, sehr deutlich dagegen bei Prorocentrum, indem hier die beiden Schmalseiten des mehr oder weniger länglichen bis bandförmigen Körpers in verschiedenem Maasse gekrümmt sind, so dass sie sich als Rücken- und Bauchseite unterscheiden lassen. Was jedoch die bilaterale Bildung dieser Gattung wesentlich verstärkt, ist das Vorhandensein eines von der rückwärtigen Hälfte des Vorderendes entspringenden schlanken und an seinem freien Ende fein zugespitzten Zahn- oder sog. Stirnfortsatzes. Derselbe scheint zuweilen nur von der Schalenhülle gebildet zu werden; bei zwei der von Stein abgebildeten Prorocentrumarten ist aber deutlich zu sehen, dass er hohl und von einem Fortsatz des Weichkörpers erfüllt ist. Es scheint nichts im Wege zu stehen, diesen Stirnfortsatz der sog. Oberlippe bei Cryptomonas zu homologisiren. Dicht vor oder ventralwärts von der Basis dieses Fortsatzes entspringen die beiden Geisseln ganz wie bei den Cryptomonaden.

Alle Prorocentrinen sind nun mit einer dem Weichkörper dicht aufliegenden Schalenhülle versehen, welche daher die Körpergestalt getreu nachahmt und nach dem Tode leicht in zwei seitliche Klappen zerfällt. Die Trennungslinie dieser beiden Klappen ist schon an der unversehrten Hülle als feine Naht zu erkennen. Erst später, bei der Besprechung der

feineren Schalenstructur soll die Frage erörtert werden, was den leichten Zerfall in die Klappen bedinge.

Etwa in der Mitte des vorderen Randes findet sich zwischen den beiden Klappen eine feine rundliche Oeffnung, durch welche die Geisseln ihren Austritt nehmen. Gewöhnlich scheint diese Oeffnung etwas auf die rechte Seite verschoben und die rechte Klappe besitzt dementsprechend eine muldenförmige Ausbuchtung (Fig. 2b.), die am deutlichsten bei Exuviaella Lima Ehrb. sp. hervortritt, aber auch gewissen Prorocentrumarten nicht fehlt. Die Klappen sind also nicht völlig symmetrisch. Es liesse sich nun die geschilderte muldenförmige Einbuchtung des Vorderrandes wohl mit dem Peristomausschnitt der Cryptomonas vergleichen, wenn sie nicht auf der rechten Seite gelegen wäre, da sich der letztere stets linksseitig vorfindet.

Wie bemerkt, ist der sog. Stirnfortsatz des Prorocentrums zuweilen hohl und dann, wie Stein gezeigt hat, einfach von zwei hälftigen Fortsätzen der Schalenklappen gebildet, welche bei dem Auseinanderfallen der Klappen als Anhänge derselben erscheinen. Anders verhält sich dagegen der Stirnfortsatz bei dem gemeinen Prorocentrum micans. Hier ist er eine ausschliesslich der Schale angehörige Bildung, an deren Aufbau der Weichkörper keinen Antheil mehr nimmt und besteht auch nicht mehr aus zwei Hälften, sondern scheint nach den Untersuchungen Stein's eine quergestellte, blattförmige, solide Bildung zu sein. Sie scheint mit beiden Klappen in directer Verbindung zu stehen, so dass diese nicht völlig auseinander fallen können, so lange der Stirnfortsatz noch erhalten ist. Erst wenn der Fortsatz verloren gegangen ist, trennen sich die beiden Schalenklappen von einander.

Indem wir die schwierige Frage: wie sich die Diniferen aus den Adiniden entwickelt haben, zunächst bei Seite lassen, betonen wir nur nochmals, dass als allgemeiner Character der ganzen Gruppe bei allen die Längsgeissel nach hinten gerichtet und die Quergeissel in eine den Körper umziehende Querfurche eingelagert ist. Fast überall ndet sich dann weiter eine Längsfurche, in welcher der proximale Theil der Längsgeissel verläuft.

Der allgemeine Aufbau des Diniferenkörpers ist ein bilateraler mit mehr oder weniger ausgesprochener, asymmetrischer Umformung. Diese Asymmetrie wird hauptsächlich durch das Verhalten der Querfurche bedingt, indem dieselbe den Körper im Allgemeinen nicht ring- sondern schraubenförmig umzieht. Die Gesammtgestalt des Körpers ist überaus verschieden, da sie theils kuglig bis eiförmig, theils dorso-ventral abgeplattet oder linsenförmig niedergedrückt, theils dagegen bis zum Nadelförmigen verlängert sein kann, abgesehen von zahlreichen secundären Modificationen, die erst später Berücksichtigung finden können.

Wir wollen uns zunächst über die Bezeichnung der Körperregionen in dieser Gruppe orientiren. Indem der Ursprungspunkt der Geisseln stets von dem Vorderende, wenngleich in sehr verschiedenem Grade, nach

hinten verlagert ist, so wird allein hierdurch schon die Unterscheidung zweier Körperflächen angedeutet, einer Bauchfläche nämlich, welcher die Geisseln angehören und einer dieser entgegenstehenden Rückenfläche. Die Verhältnisse der Furchenbildungen der Diniferen tragen zu der Verschiedenheit dieser Flächen gewöhnlich noch wesentlich bei. Die beiden Enden der Querfurche liegen, insofern dieselbe deutlich schraubig verläuft, auf der Bauchfläche und sind verbunden durch die die Ventralseite in der Längsrichtung überziehende Längsfurche, welche sich jedoch bei zahlreichen Formen noch über die Querfurche hinaus bis zu dem hinteren Körperende ausdehnen kann und nicht selten auch auf den vor der Querfurche gelegenen Theil der Bauchfläche übergreift. Durch die Entwicklung der Querfurche wird weiterhin eine vordere und eine hintere Körperregion geschieden. Die relativen Grössenverhältnisse dieser beiden Regionen wechseln natürlich sehr, je nach der Lage der Querfurche. Es finden sich zahlreiche Fälle, wo die beiden Regionen fast oder völlig gleich sind und andere, wo die vordere mehr und mehr beschränkt erscheint, bis sie zu einem sehr unbedeutenden Körpertheil geworden ist; doch kann vielleicht auch das Umgekehrte, wenngleich selten, eingetreten sein.

Wenn auch gewichtige Gründe dafür sprechen, dass die Familie der Dinophysiden in mancher Hinsicht ursprünglichere Charactere bewahrt hat, so mag die genauere Betrachtung doch mit der Familie der Peridiniden begonnen werden.

Wenn wir einige abweichende Formen bei Seite lassen, so werden alle Angehörige dieser Familie durch eine ungefähr mittlere Lage der Querfurche characterisirt, so dass vordere und hintere Körperhälfte nahezu gleich sind. Die gewöhnlich schmal rinnenförmige, im Querschnitt meist halbkreisförmige Furche nimmt auch hier fast immer einen deutlich schraubenförmigen Verlauf. Bei der grossen Mehrzahl der Formen hat der einfache Schraubenumgang, welchen die Querfurche beschreibt, nur eine sehr geringe Höhe, so dass die beiden ventralen Enden der Furche auf der Bauchfläche in geringer Entfernung hinter einander liegen, verbunden durch einen Theil der Längsfurche, welcher sich zwischen denselben ausdehnt. Fast immer liegt das rechte ventrale Ende der Querfurche hinter dem linken, d. h. der Verlauf der Furche entspricht einer rechts gewundenen Schraube. Die seltenen Fälle eines umgekehrten Verlaufes finden sich bei einigen Arten der Gattung Peridinium nach den Forschungen Stein's (so am deutlichsten bei Per. globulus St. [52,7], ferner bei P. Michaelis und zuweilen auch bei P. tristylum St.). Hier liegt das rechte Ende der Querfurche vor dem linken und die Schraube ist also eine linksgewundene. Da sich nun bei manchen Arten von Peridinium, bei Goniodoma, gewissen Arten von Gymnodinium, bei Diplopsalis, Pyrophacus, sowie einzelnen Formen aus anderen Gattungen eine nur äusserst geringe Verschiebung der Enden der Querfurche gegeneinander findet oder aber die Enden direct auf einander stossen, so dass die Querfurche ringförmig wird, so lässt sich vielleicht annehmen, dass die selten

vorkommende Linkswendung der Querfurche durch eine allmähliche Verschiebung der ursprünglich rechts gewundenen, durch das Stadium der Ringfurche hindurch, entstanden ist.

Nur bei gewissen Arten der Gattung Gymnodinium und bei Hemidinium finden wir eine recht steile Windung der Querfurche, so dass ihre beiden Enden weit auseinanderrücken (51, 3). Die letztgenannte Gattung zeigt ferner die sehr bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit, dass nur die linke Hälfte der Querfurche entwickelt ist. Ob sich hierin ein ursprünglicher Character, wie nicht unmöglich, erhalten hat, lässt sich zur Zeit kaum mit einiger Bestimmtheit sagen. Bei dem von Bergh zuerst beschriebenen Gymn. spirale (51, 5), welches ungefähr spindelförmig gestaltet ist, finden wir das linke Ende der Furche etwa auf der Grenze der beiden vorderen Körperdrittel, das rechte dagegen auf der Grenze der hinteren, so dass die Schraubenhöhe ungefähr ein Drittel der Körperlänge beträgt. Noch seltsamer sind die Verhältnisse bei dem von Pouchet beschriebenen Gymnodinium Archimedis (51, 9), welches aber auch wohl als Typus einer besonderen Gattung betrachtet werden kann. Bei demselben beschreibt die Querfurche nicht eine, sondern zwei volle Schraubenwindungen um den etwas kegelförmigen Körper. Das rechte Ende der Furche liegt ganz am hinteren Körperpol, das linke dagegen an dem vorderen, so dass die Höhe der Windungen der halben Körperlänge gleichkommt.

Um hier gleich zu einem Abschluss der Besprechung der Querfurchenverhältnisse in der Familie der Peridiniden zu gelangen, betonen wir noch, dass bei einigen, auf Grund ihrer allgemeinen Bauweise hierhergehörigen Formen die Querfurche vermisst wird. Dies sind zunächst die nahe verwandten Gattungen Blepharocysta (53, 3) und Podolampas (55, 9), bei denen sich zwar aus der Zusammensetzung der sehr entwickelten Schalenhülle der Ort, wo die Furche zu verlaufen hätte, angeben lässt, eine wirkliche Furche sich aber nicht findet. Aehnlich scheint sich auch der eigenthümliche Ptychodiscus St. zu verhalten. Diese abweichende Form (54, 4a—b), welche wohl durch die Gattung Pyrophacus mit den typischen Peridiniden verknüpft wird, zeigt an dem von vorn nach hinten sehr deprimirten, linsenförmigen Körper nur ein dünnes, aequatoriales Schalenband, das die dickere vordere und hintere Schalenhälfte verbindet und wohl der Querfurche entspricht. Da die letzterwähnten Formen mit mangelnder Querfurche bis jetzt im lebenden Zustand nicht untersucht wurden, so bleibt es fraglich, ob mit der Rückbildung der Querfurche auch eine Aenderung der Geisselverhältnisse verbunden ist, doch halte ich das für unwahrscheinlich.

Es gibt nun einige Formen unter den Peridiniden, welche sich durch die Verlagerung der Querfurche an das Vorderende in gewissem Sinne der Familie der Dinophysiden nähern, wenn sie auch wohl sicher sonst keine nahe Verwandtschaft mit derselben besitzen. Dies sind die von Stein entdeckten Angehörigen der Gattung Oxytoxum, von welchem

mir die als Pyrgidium gesonderten Formen kaum generisch verschieden zu sein scheinen.

Bei diesen Peridiniden (53, 5 und 6) ist die sehr flach gewundene, jedoch deutlich schraubige Querfurche dem einen Körperpol sehr genähert, so dass die beiden von ihr getrennten Körperregionen recht verschieden gross sind. Nach Stein soll die Furche dem Hinterende genähert, also die hintere Körperhälfte verkümmert sein. Ich halte diese Ansicht aber für recht unwahrscheinlich, schliesse vielmehr aus dem Verlauf der Längsfurche und der Lage der Austrittsstelle für die Geisseln, dass umgekehrt die vordere Körperhälfte verkümmert ist und Stein die Formen irrig orientirte. Im lebenden Zustand wurden dieselben bis jetzt noch nicht untersucht, so dass über ihre Haltung bei der Bewegung nichts bekannt ist.

Dass sich unter den Peridiniden auch eine Verlagerung der Querfurche an das Hinterende finden könne, wird von Stein für seine Gattung Ceratocorys (54, 5) angegeben, wo sich die ungefähr ringförmige Furche dicht an dem einen Körperende findet. Leider ist diese interessante Form bis jetzt nur einmal von Gourret im lebenden Zustande beobachtet worden; Stein sah nur conservirte Exemplare ohne Geisseln. Wenn nun Gourret's Beobachtungen über den Ursprung der Längsgeissel richtig wären, so näherte sich diese Form der Familie der Dinophysiden (wohin sie auch Gourret und Klebs verweisen) und die Furche wäre also nicht an das Hinter-, sondern umgekehrt an das Vorderende gerückt. Doch sind die Angaben Gourret's über die Geisselursprünge im Allgemeinen so ungenau, dass ich durch seine Mittheilungen allein die Stein'sche Auffassung der Ceratocorys nicht für widerlegt halte. Ich muss daher zur Zeit die Frage nach der Orientirung und der systematischen Stellung dieser Gattung noch für eine offne halten.

Die folgenden Zeilen müssen einer Betrachtung der Längsfurche gewidmet werden, denn erst durch das Zusammenwirken dieser mit der Querfurche werden die wesentlichen morphologischen Eigenthümlichkeiten der Diniferen bestimmt. Es ist nun zur Zeit schwer zu sagen, welche Ausbildungsform der Längsfurche unter den Peridiniden wir als die ursprünglichste betrachten dürfen. Vielleicht dürfte es doch diejenige sein, wo die Furche als eine im Allgemeinen schmale Rinne in grader Richtung über die hintere Region der Bauchseite verläuft, indem sie, an dem linken Ende der Querfurche beginnend zunächst zu dem rechten, weiter nach hinten gelegenen Ende derselben zieht, mit dem sie gleichfalls zusammenhängt und sich dann weiter bis an das hintere Körperende fortsetzt. Es münden demnach die Enden der Querfurche direct in die Längsfurche ein.

Eine solche Ausbildung der Längsfurche ist bei den meisten Geschlechtern der Peridiniden die gewöhnliche, so findet sie sich bei den meisten Gymnodinien (51, 10a), bei Glenodinium (51, 10a), Peridinium (53, 1a) und anderen. Doch ist schon bei einzelnen Formen dieser Gattungen zu beobachten, dass sich das vordere Ende der Längsfurche auf die vordere Körperregion mehr oder weniger ausdehnt. Dieses Ueber-

greifen der Längsfurche auf die Vorderregion wird bei gewissen Formen, welche Stein zu der Gattung Gonyaulax erhoben hat, am stärksten, indem sich die Furche hier bis an das vordere Körperende fortsetzt (52, 4).

Eine andere Modification der Längsfurche ist schon bei einer Reihe Arten des formreichen Geschlechtes Peridinium angedeutet, indem die, wie erwähnt, sonst schmal rinnenförmige Furche sich in der hinteren Körperregion mehr in die Breite entwickelt (52, 8). Sie nimmt dabei gewöhnlich eine ungefähr dreieckige Gestalt an, indem sie sich von vorn nach hinten verbreitert, unter Umständen so ansehnlich, dass ihre hintere Breite mehr als ein Drittel der gesammten Körperbreite betragen kann.

Von solchen Zuständen leitet sich dann wohl die Ausbildung der Längsfurche bei Ceratium ab (53, 7a, 9a, 10b; lf.). Hier ist sie so ansehnlich verbreitert, dass sie die Hälfte der Körperbreite erreichen kann und sich gleichzeitig beträchtlich auf die vordere Region ausdehnt. Da nun die Längsfurche bei diesen umhüllten Formen, wie wir später sehen werden, nur von einer zarten Membran bekleidet wird, so erscheint sie an der leeren Hülle gewöhnlich wie ein Ausschnitt und wurde daher auch nicht ohne Recht als Bauchausschnitt bezeichnet.

Es kann aber die Längsfurche unter den Peridiniden auch Verkümmerungen aufweisen und dieses Moment bildet einen der wesentlichsten Charactere der Gattung Oxytoxum, welche wir schon oben wegen der Verlagerung der Querfurche an das Vorderende kurz betrachteten. Hier (53, 5—6) ist entweder nur noch ein ganz kurzes Stück der Längsfurche erhalten, welches sich von der Querfurche über einen kleinen Theil des langen Hinterkörpers erstreckt, oder es ist eine nahezu völlige Verkümmerung der Furche eingetreten, deren letzter Rest nur noch als eine schwache hintere Ausbiegung der Querfurche erscheint.

Auch bei dem merkwürdigen Pyrophacus (54, 3b) ist die Längsfurche sehr kurz, so dass sie mit ihrem Hinterende weit von dem hinteren Pol entfernt bleibt.

Bei den Gattungen Blepharocysta und Podolampas, welche oben wegen der mangelnden Querfurche erwähnt wurden, scheint auch die Längsfurche nur schwach angedeutet zu sein, höchstens durch eine sehr seichte Rinne dargestellt zu werden.

Die merkwürdigste Bildung der Längsfurche zeigt das Pouchet'sche Gymnodinium Archimedis (51, 9). Wie früher bemerkt wurde, findet sich hier eine Querfurche, welche zwei rechte Schraubenwindungen beschreibt. Dass dieses Verhalten nun direct aus dem gewöhnlichen abzuleiten ist, ergibt sich sehr hübsch aus dem Verlauf der Längsfurche. Stellen wir uns nämlich vor, dass das vordere Ende einer einfach schraubigen Querfurche zu einer zweiten Windung ausgewachsen sei, so muss nun die bei der einfachen Querfurche einfach längsgerichtete Längsfurche, welche beide Querfurchenenden verbindet, auch einen schraubigen Verlauf angenommen haben, jedoch wird sie nur einen einfachen Umgang beschreiben. Dieses ist nun auch das Verhalten, welches wir bei G. Archi-

medis kennen gelernt haben. Es ergibt sich daraus aber auch, dass diese Form, entgegen der Vermuthung Pouchet's, keine näheren Beziehungen zur Gattung Polykrikos hat, wie wir später noch zu zeigen haben werden.

Allgemeine morphologische Verhältnisse der Hülle und der Geisselstellung der Peridiniden. Wie schon gelegentlich erwähnt wurde, finden sich unter den Peridiniden auch nackte, nicht umhüllte Formen, wenigstens ist wohl sicher, dass gewisse Formen der Gattung Gymnodinium in ihrem beweglichen Zustande hüllenlos sind. Ob dies von allen zu dieser Gattung gerechneten Arten gilt, bleibt zur Zeit etwas zweifelhaft. Bei Hemidinium, welches Stein gleichfalls als nackt beschreibt, will Klebs eine zarte Zellhülle beobachtet haben.

Er konnte ferner beobachten, dass Gymnodinium fuscum nach der Behandlung mit verschiedenartigen Reagentien eine dicke, radiär gestrichelte, wahrscheinlich schleimige Umhüllung besitzt. Aus der Schilderung scheint zu folgen, dass diese Umhüllung ein durch die betreffenden Reagentien verursachtes Abscheidungsproduct ist; doch ist nicht bestimmt ausgesprochen, dass die Hülle für gewöhnlich fehlt.

Alle übrigen Gattungen sind mit einer mehr oder weniger starken, häufig recht dicken Hülle versehen, welche dem Plasma, als Product desselben, wenigstens ursprünglich dicht aufliegt, wie es sich auch während des beweglichen Zustandes gewöhnlich findet. Auf Abweichungen von diesem regelmässigen Verhalten werden wir später hinzuweisen haben. Wenn wir also im Folgenden die Gestaltsverhältnisse der Hülle etwas genauer beschreiben, so werden damit im Allgemeinen auch die Formen des Weichkörpers angegeben. Die Hülle darf, wie bemerkt, im Allgemeinen als eine allseitig geschlossne bezeichnet werden, doch muss sich an derselben jedenfalls eine Unterbrechung zum Austritt der Geisseln finden. Leider sind nun die Verhältnisse des Geisselaustritts noch nicht überall ausreichend erforscht und auch recht schwierig zu ermitteln. Wir werden übrigens sehen, dass bei zahlreichen Peridiniden noch eine zweite Oeffnung vorhanden und dass eine poröse Beschaffenheit der Hülle recht verbreitet ist.

Die einfachste Hülle findet sich, abgesehen von dem schon erwähnten Hemidinium, bei Glenodinium, als eine farblose, zarte, jedoch deutlich doppelt conturirte Membran (51, 10—13). Ich zweifele nicht, dass wenigstens bei den meisten bekannt gewordenen Glenodinien eine Differenzirung der Hülle zu einzelnen, leicht auseinanderfallenden tafelartigen Partien, wie sie die Hüllen der meisten übrigen Peridiniden zeigen, fehlt, wenn wir von den durch die Querfurche natürlich auch hier gegebenen beiden Abschnitten, dem Vorder- und Hinterkörper, absehen. Feinere Structurverhältnisse mag auch die Schalenhülle der Glenodinien zum Theil schon zeigen, doch versparen wir deren Betrachtung besser auf später. Natürlich werden auch die beiden Furchen von der Membran ausgekleidet und längs der beiden Ränder der Querfurche bildet dieselbe je eine vorspringende Kante, welche eine scharfe Begrenzung der Furche bewirken. Zu eigentlichen Leisten, wie sie sich bei den grösseren

Peridiniden gewöhnlich finden, scheinen sich die Ränder der Furche jedoch hier nie zu erheben.

Ueber die Oeffnung zum Geisselaustritt ist bei dieser Gattung wenig bekannt: Stein zeichnet bei einigen Arten eine runde bis längliche Oeffnung an der Stelle, wo Längs- und Querfurche zusammenstossen (51, 13; gs). Da sich nun auch hier die Ursprungsstätte der Geisseln findet, so kann dies wohl der Fall sein. Die Bezeichnung „Mundöffnung", welche Stein für die Austrittsstelle der Geisseln bei allen beschalten Dinoflagellaten gewählt hat, müssen wir fallen lassen und adoptiren dafür den Ausdruck Geisselspalte. Eine ähnliche Darstellung gab auch Bergh von der Geisselspalte bei Glen. cinctum und Warmingii.

Es scheint mir aber etwas zweifelhaft, ob die Geisselspalte bei Glenodinium stets eine so beschränkte Ausdehnung besitzt, wie nach den citirten Darstellungen angenommen werden müsste. Da nämlich bei manchen Formen die Längsgeissel ziemlich weit hinter der Quergeissel aus der Längsfurche entspringt, so wäre es möglich, dass sich auch bei dieser Gattung die Geisselspalte wie bei anderen Peridiniden zuweilen als ein längerer Schlitz durch die Längsfurche erstreckte.

Soweit unsere Erfahrungen reichen, scheinen alle mit complicirteren Hüllen versehenen Peridiniden anfänglich eine ähnlich einfache Membran zu bilden wie Glenodinium, welche erst bei stärkerer Verdickung den complicirteren Bau entwickelt. Abgesehen von feineren Structureigenthümlichkeiten spricht sich derselbe nun hauptsächlich darin aus, dass auf der äusseren Oberfläche der Membran stärker verdickte Leisten gebildet werden, welche im Allgemeinen einen geradlinigen Verlauf besitzen und die, unter einander in verschiedenster Weise zusammenstossend, eckige Felder oder Tafeln umschliessen. Es ist Regel, dass die in solcher Weise gebildeten Hüllen eine mehr oder weniger grosse Neigung haben, durch Auflösung des Zusammenhanges der Membran längs dieser Verdickungsleisten in einzelne Platten oder Tafeln zu zerfallen. Worauf dieser leichte Zerfall der stärker ausgebildeten Hüllen eigentlich beruhe, ist bis jetzt nicht sicher bekannt und soll später discutirt werden.

An Glenodinium reihen sich zunächst einige Formen an (sog. Clathrocysta St.), bei welchen die, wie es scheint, mässig dicke Hülle von zahlreichen, zu ziemlich kleinen polygonalen Feldern zusammengeordneten Verdickungsleisten gleichförmig überzogen wird (52, 2). Bei einer derselben findet sich als weitere Eigenthümlichkeit eine ziemlich weite Oeffnung des vorderen Poles, die sog. Apicalöffnung, welche bei fast allen noch zu besprechenden Peridiniden wiederkehrt. Im Zusammenhang damit ist der vordere Pol oder Apex zu einer umgekehrt trichterförmigen Röhre ausgewachsen.

Sehr nahe mit den eben erwähnten Formen sind diejenigen verknüpft, welche Stein unter der Bezeichnung Heterocapsa zu einer besonderen Gattung vereinigt, zu welcher aber wohl auch das Glenodinium trochoideum Stein's gerechnet werden muss, das seiner allgemeinen Form nach hiehergehört und auch nach den Untersuchungen von Klebs keine ganz structurlose Hülle besitzt. Alle diese Formen (52, 1) sind mit einer

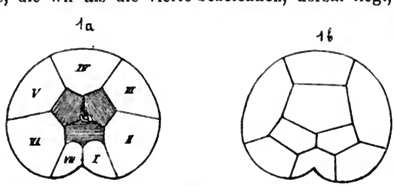
Apicalöffnung versehen. Die typischen Heterocapsen Stein's nähern sich den folgenden Gattungen durch die geringere Zahl der Felder, welche die Verdickungsleisten an ihrer Schalenhülle hervorrufen. Sie zeigen ausserdem eine ziemliche Verschiedenheit in der Bildung der Vorder- und Hinterhälfte der Hülle.

Unter diesen Heterocapsen, welche Stein nur als provisorische Gattung auffasst, befinden sich zwei Formen, welche durch grössere Zahl kleinerer, polygonaler Tafeln der vorderen Hälfte noch an die Verhältnisse bei Clathrocysta erinnern. Diese Tafeln ordnen sich im allgemeinen in drei der Querfurche parallelen Kränzen um den Apicalpol, deren Tafelzahl, entsprechend der Weitezunahme nach dem Aequator zu sich vermehrt. Bei dem H. triquetrum (52, 1) finden sich dagegen nur zwei Tafelkränze in der Vorderhälfte und die Zahl der Tafeln der Kränze ist geringer. Damit sind denn Verhältnisse gegeben, welche zu denen der meisten übrigen Peridinidengattungen überleiten.

Die Verhältnisse der Täfelung bei den übrigen Peridiniden zeigen, wenn wir von der hinsichtlich ihrer Stellung zweifelhaften Gattung Ceratocorys absehen, sehr viel Uebereinstimmendes. Vorder- wie Hinterhälfte der Hülle weisen je zwei Kränze von Tafeln auf, von welchen sich die centralen oder polaren um die Pole, die aequatorialen um den Aequator oder den Rand der Querfurche ordnen. Wir können daher diejenigen Tafeln (resp. die einzige), welche die polaren Gürtel zusammensetzen, als die polaren, oder die vorderen, wenn wir den vorderen Pol als den Apex bezeichnen, auch die apicalen benennen, die hinteren polaren dagegen als die antapicalen. Stein bezeichnet die Apicalplatten als „frontale", die Antapicalplatten dagegen als die „Endplatten".

Die Aequatorialplatten können ihrerseits wieder in prae- und postaequatoriale unterschieden werden. Stein nennt dieselben im Allgemeinen „Basalia" und unterscheidet vordere und hintere.

Orientiren wir uns nun zunächst über die Verhältnisse bei einer Form, welche, wenn auch vielleicht nicht die ursprünglichste, so doch als Ausgangspunkt für die Darstellung von Vortheil ist. Bei der Gattung Goniodoma (T. 52, 5a—e u. Holzschn. Fig. 1a—b), deren allgemeine Gestaltung mit Glenodinium wohl übereinstimmt, finden wir in der vorderen Hälfte einen Gürtel von 7 Aequatorialplatten, welche sich so vertheilen, dass eine unpaare, die wir als die vierte bezeichnen, dorsal liegt, während ihr



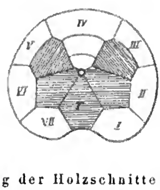
Erklärung der Holzschnitte Fig. 1a—b. Schema der Tafelordnung der Hülle von Goniodomata. Die vordere Hälfte in der Ansicht auf den Apex; Ventralseite nach unten. Die Apicalplatten sind schraffirt. 1b. Ansicht der Hinterhälfte in gleicher Stellung, man sieht also von innen auf den Antapex. — Auf sämmtlichen folgenden Holzschnitten zur Erläuterung der Tafelbildung der Hülle sind entsprechende Ansichten der resp. Schalenhälften dargestellt.

ventralwärts zwei (I u. VII) gegenüber stehen und den Theil der Längsfurche, der sich auf die vordere Körperhälfte erstreckt, bedecken. Stein fasst diese beiden letzteren Platten als eine einzige auf, welche er vordere Mundplatte nennt; da jedoch eine mediane Verdickungsleiste, welche diese Mundplatte in zwei Tafeln scheidet, auf den Abbildungen Stein's deutlich zu sehen ist, und zwei entsprechende Tafeln bei Peridinium wiederkehren, habe ich mir die oben ausgesprochene Auffassung von der Zusammengesetztheit der sog. Mundplatten gebildet.

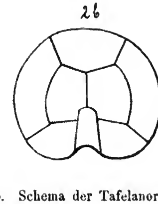
Die Plattenpaare II und VI, sowie III und V gruppiren sich symmetrisch auf den beiden Seiten, wie der beigefügte Holzschnitt zeigt. Apicalplatten finden sich drei, eine ventrale und zwei seitliche, welch' letztere in der Rückenlinie zusammenstossen; alle drei umschliessen das Scheitelloch. Die hintere Hälfte der Hülle weist zunächst ähnliche und gleich geordnete Aequatorialplatten auf, nur mit dem Unterschiede, dass die dünne Membran, welche die Längsfurche auskleidet, keine mittlere Sonderung zeigt, so dass sich also, wenn wir diese Membran (hintere Mundplatte Stein's) als Platte rechnen, nur 6 finden würden. Der polare Abschluss des hinteren Poles wird auch durch drei Antapicalplatten gebildet, deren Stellung jedoch eine um 180 Grad gegen die Apicalplatten verdrehte ist, wie aus dem Holzschnitt (1 b) am besten anerkannt wird. Die Geisselspalte ist nach Stein's Darstellung eine kleine, länglich ovale Oeffnung an der Zusammenstossungsstelle der Längs- und Querfurche.

Von diesen Verhältnissen bei Goniodoma lassen sich nun leicht die der formenreichen Gattung Peridinium und der mit letzteren nahe verwandten Diplopsalis ableiten. Die Veränderungen, welche die vordere Schalenhälfte bei Peridinium (T. 52, 6, 7; 53, 1 u. Holzschn. 2 a—b) aufweist, beruhen wesentlich auf einer Verkürzung des vorderen Theils der Längsfurche, welche sich nur als ein kleiner Ausschnitt vor die Querfurche verlängert. Im Zusammenhang damit hat sich die ventrale Apicalplatte nach der Querfurche zu stark verlängert und ist gleichzeitig durch Auftreten zweier neuer meridionaler Verdickungsleisten in drei secundäre Tafeln zerlegt worden, von welchen wir die längere mittlere wegen ihrer rautenförmigen Gestalt mit Stein wohl als die Rautenplatte (r) bezeichnen dürfen.

2a.



2b

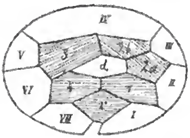


Erklärung der Holzschnitte Fig. 2a—b. Schema der Tafelanordnung der Hülle von Peridinium. 2a die Vorderhälfte, 2b die Hinterhälfte.

Ferner haben sich in der dorsalen Mittellinie zwei hinter einander geordnete unpaare Tafeln (d und d') zwischen die seitlichen Apicalplatten eingeschoben, für welche wir nur bei dem später zu betrachtenden Gonyaulax ein Analogon finden. Uebrigens können diese beiden unpaaren dorsalen Platten auch durch Nichtsonderung nur als eine einzige vertreten sein.

Erklärung des Holzschnittes Fig. 2c. Tafelanordnung der Vorderhälfte der Hülle von Peridinium cinctum nach Stein; d die hier einfache dorsale unpaare Apicalplatte, 2a und 2b die zerfallene Apicalplatte 2, von welcher Stein die Hälfte 2a als eine aus ihrer gewöhnlichen Lage verschobene zweite unpaare dorsale Apicalplatte deutet.

2c



Eine beachtenswerthe Abweichung in der Täfelung des Vorderkörpers findet sich nach Stein bei Perid. cinctum (Ehbg.) St., doch deute ich dieselbe anders wie Stein; meine Ansicht geht am einfachsten aus der Betrachtung des nebenstehenden Holzschnittes (2c) hervor. Auf die abweichende Meinung Stein's will ich nicht näher eingehen.

In der Hinterhälfte (s. 2b) finden sich Verhältnisse, welche ganz denen von Goniodoma entsprechen, mit dem Unterschiede, dass statt der drei Apicalplatten dieser Gattung zwei seitliche vorhanden sind. Bei einigen Peridinien, am ansehnlichsten bei Per. divergens, verlängern sich diese beiden Antapicalplatten in je einen hohlen, hornartigen Fortsatz (53, 1a—b), welche nach hinten divergirend auseinander weichen. Bei anderen Formen sind diese hinteren Fortsätze weniger entwickelt und nicht mehr hohl, sondern solid. Als Beispiel kann Peridinium Michaelis (52, 8) nach den Untersuchungen Bergh's (Protoperidinium Bergh) und Stein's dienen. Die Fortsätze sind hier zwei quergestellte dünne Blätter, welche der Länge nach von einer dickeren Rippe durchzogen werden; letztere sind eine directe Fortsetzung der die Längsfurche begrenzenden Verdickungs- oder Randleisten. — Wir werden ähnlichen Fortsatzbildungen auch noch bei anderen Peridiniden begegnen.

Besonderes Interesse besitzt die Beschaffenheit der Geisselspalte bei unserer Gattung. Die Abbildungen Stein's geben hierüber wenigstens so weit Aufschluss, dass sich unter Berücksichtigung der Verhältnisse bei Ceratium, welche principiell übereinstimmend zu sein scheinen, das Wesentlichste feststellen lässt. Die Geisselspalte scheint nämlich bei fast allen Peridinien nicht mehr eine einfache Oeffnung zu sein, sondern ein längerer, spaltartiger Schlitz der Membran, welche die Längsfurche auskleidet (53, 1a, gs). Der Spalt liegt nicht in der Mittellinie der Längsfurche, sondern asymmetrisch längs ihrer linken Randleiste. Seine Längsausdehnung ist ziemlich variabel; während sich bei Per. divergens (53, 1a, gs) und anderen der Spalt über die ganze Längsfurche bis an das Hinterende erstreckt, reicht er nach den Abbildungen Stein's bei Per. tabulatum und anderen

nur bis zur Mitte der Längsfurche nach hinten. Sein Beginn liegt in den eben namhaft gemachten Fällen stets an der Stelle, wo sich das linke Ende der Querfurche mit der Längsfurche vereinigt.

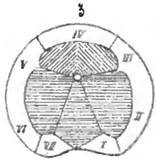
Der rechte Rand der Spalte scheint gewöhnlich von einem leistenartigen Vorsprung der Längsfurchenmembran gebildet zu werden und, soweit die Abbildungen verständlich sind, scheint die Basis dieser Leiste durch eine Verdickung ausgezeichnet zu sein, welche bei manchen Formen einen etwas welligen Verlauf nimmt (52, 6 a). Der linke Rand wird entweder direct von der linken Randleiste der Längsfurche oder von der Membran der Furche gebildet.

Bei Perid. divergens und einigen anderen ist der Geisselschlitz jedenfalls in seiner ganzen Ausdehnung äusserst eng und nur sein hinteres Ende zu einer ovalen Oeffnung erweitert, aus welcher die Längsgeissel hervortritt; Stein bezeichnet diese Oeffnung als den Mund. Bei Per. tabulatum wäre nach Stein umgekehrt das vordere, an die Querfurche anstossende Ende der Spalte zu einer rundlichen Oeffnung erweitert, doch zweifle ich, ob diese Verhältnisse richtig angegeben sind. Jedenfalls bedarf es erneuter Untersuchungen, um das Verhalten der Geisselspalte bei dieser und anderen Gattungen festzustellen.

Sehr abweichend soll nun nach Stein die Spalte bei dem überhaupt recht eigenthümlichen Peridinium globulus sein, indem dieselbe hier eine ovale, ganz hinten in der Längsfurche gelegene Oeffnung darstelle (52, 7; gs).

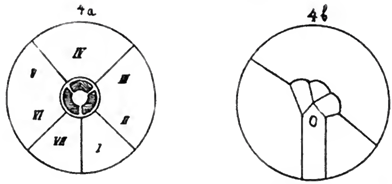
Das gleiche Verhalten der Geisselspalte findet sich nach Bergh und Stein auch bei der nahe verwandten Gattung Diplopsalis (53, 2). Ueber deren Hülle sei kurz bemerkt, dass die hintere Hälfte ganz mit Peridinium übereinstimmt, die vordere dagegen dadurch abweicht, dass im Aequatorialgürtel die seitlichen Platten 2 und 3, sowie 5 und 6 nicht gesondert, sondern durch je eine Platte repräsentirt sind (s. nebenst. Holzschn. Fig. 3). Ebenso werden in dem Kranz der Apicalplatten die beiden seitlichen Paare des Peridinium nur von je einer einzigen repräsentirt und ist auch nur eine unpaare dorsale Apicalplatte vorhanden. Stein bildet aber eine sehr bemerkenswerthe Variation der Prääquatorialplatten eines Individuums ab; die Formel für die Hälfte des präänquatorialen Gürtels wäre bei demselben 1, 2, 3 + $4^1/_2$, ähnlich wie bei der später zu erwähnenden Gattung Gonyaulax.

3



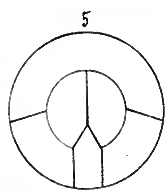
Erklärung des Holzschn. Fig. 3. Schema der gewöhnlichen Tafelanordnung der Vorderhälfte von Diplopsalis.

Zwei weitere, interessante Gattungen Stein's Blepharocysta und Podolampas scheinen recht innig mit Peridinium und speciell mit dem oben erwähnten Peridinium globulus verwandt zu sein, doch verräth namentlich Podolampas in der allgemeinen Gestaltung auch Beziehungen zu den um Peridinium Michaelis sich gruppirenden Formen. Blepharocysta (53, 3) besitzt eine kugel- bis



Erklärung der Holzschnitte Fig. 4a—b. Schema der Tafelanordnung von Blepharocysta. 4a Vorderhälfte; 4b Hinterhälfte.

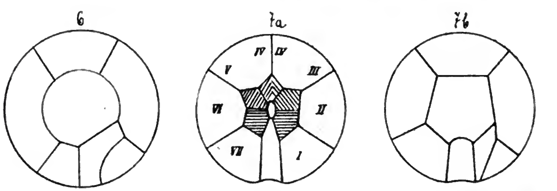
eiförmige Gestalt, Podolampas (55, 9) dagegen einen den Hinterleib an Länge beträchtlich übertreffenden Vorderkörper, dessen Apex sich in eine mehr oder weniger lange, umgekehrt trichterförmige Scheitelröhre fortsetzt. Dadurch wird die Gestalt dieser Gattung eine umgekehrt kreiselförmige. Das hervorstechendste Merkmal beider Gattungen besteht einmal in der Nichtausbildung der Querfurche und eigentlich auch der Längsfurche, indem letztere zwar durch verdickte Randleisten angedeutet scheint, aber eine Vertiefung der die Furchenregion überziehenden Membran, der hinteren Mundplatte Stein's, fehlt. Wie bei Peridinium globulus und Diplopsalis, mit welch' letzterer Gattung in der Täfelung der Hülle gewisse Uebereinstimmungen vorhanden sind, liegt die längsovale (Blepharocysta) bis querhalbmondförmige Geisselspalte (Podolampas) ganz hinten in der Längsfurche. Die Täfelung der Hülle verhält sich folgendermaassen (s. Holzschnitt 4a—b): Der prääquatoriale Gürtel wird, wie dies bei Diplopsalis gewöhnlich, aus 5 Platten gebildet, indem auch hier 2 und 3, sowie 5 und 6 jederseits als nichtgesondert zu betrachten sind. Die Prääquatorialplatten sind sehr hoch, indem der polare Gürtel recht wenig entwickelt ist. Bei Blepharocysta (4a) besteht derselbe aus drei kleinen Plättchen, welche denen von Diplopsalis entsprechen, mit Ausnahme der Rautenplatte, welche beiden Gattungen völlig fehlt. Bei Podolampas soll dagegen der polare Gürtel, welcher die Scheitelröhre bildet, keine weitere Zusammensetzung zeigen. Auch in der Bildung der hinteren Hälfte ist ein eigenthümliches und übereinstimmendes Verhalten zu beobachten. Die Platten 2, 3, sowie 4 und 5 sind je zu einer grossen Tafel vereinigt, so dass sich also nur 3 Aequatorialplatten finden, während der polare Ring bei Blepharocysta aus den drei Platten des Goniodoma, bei Podolampas aus den beiden des Peridinium gebildet wird. Bei der ersteren Gattung erheben sich die Randleisten der Längsfurche zu beiden Seiten der Geisselspalte zu zwei kleinen flügel- bis ohrförmigen Fortsätzen, eine Einrichtung, die entwickelter auch schon bei Diplopsalis vorkommt, indem



Erklärung des Holzschnittes Fig. 5. Schema der Tafelanordnung der Hinterhälfte von Podolampas.

sich hier diese Flügelleisten nach Bergh in der gesammten Ausdehnung der beiden Ränder der Längsfurche erheben, wogegen Stein nur eine linke gefunden haben will. Dass diese Flügelleisten trotz ihrer etwas abweichenden Stellung den hinteren Fortsätzen der Peridinien entsprechen dürften, scheint mir aus dem Verhalten von Podolampas sicher hervorzugehen. Bei Pod. bipes (55, 9a) finden wir auf den Antapicaltafeln dieselben beiden queren dreieckigen Fortsätze mit je einer stärkeren Mittelrippe wie bei Peridinium Michaelis. Von der Mittelrippe des linken Fortsatzes aber entspringt eine linke Flügelleiste (l), die längs der linken Seite der Geisselspalte bis etwas vor dieselbe zieht. Wir dürfen daher annehmen, dass die hinteren Fortsätze und die Flügelleisten aus gemeinsamer Grundlage hervorgingen, wovon später noch mehr. Bei Podolampas palmipes (9b) zeigt sich eine Abweichung darin, dass die beiden hinteren Fortsätze dorsal hinter der Geisselspalte mit einander verwachsen sind und der linke länger ist wie der rechte.

In gewisser Hinsicht scheint sich an die ebenerwähnten Gattungen auch das von Stein errichtete Genus Amphidoma anzuschliessen, doch bin ich, nach der Lage meiner Kenntnisse, nicht im Stande, zu entscheiden, ob hier nur Annäherung oder wirkliche Uebereinstimmung vorliegt. Diese Gattung (53, 4) weist zwei ziemlich gleich entwickelte Körperhälften auf, mit gut ausgebildeter Quer-, aber nur wenig entwickelter Längsfurche, welche das Hinterende nicht erreicht. Beide Pole spitzen sich ziemlich zu, so dass die Gestalt eine annähernd doppelkeglige ist. Die Zusammensetzung des Vorderkörpers stimmt nun ganz mit Blepharocysta überein, der Hinterkörper dagegen weicht namhaft ab, indem sich die normalen 5 Tafeln finden, aber nur eine einfache, ansehnliche antapicale Platte (s. Holzschn. Fig. 6). Auf der linken Seite der Längsfurche findet sich neben der postäquatorialen Tafel 1 noch eine Platte, welche wir bei den



Erklärung der Holzschnitte Fig. 6—7. Fig. 6 Schema der Tafelanordnung der Hinterhälfte von Amphidoma. Fig. 7a—b. Schema der Tafelanordnung von Gonyaulax polyedra. a. Vorderhälfte; b. Hinterhälfte.

seither besprochenen Gattungen nicht beobachteten und von welcher ich mit Stein annehmen muss, dass sie aus einem Theil der die Längsfurche bekleidenden Membran entstanden ist, indem sich wohl eine Art Rückbildung der bei den Vorfahren breiteren Längsfurche ausgebildet hat.

Bemerkenswerther Weise treffen wir die gleiche Bildung der Hinterhälfte bei der Gattung Gonyaulax (52, 3 u. Holzschn. 7b), welche desshalb wohl auch Amphidoma nahe steht. Ihre Gestalt ist z. Th. eine ganz peridiniumartige. Die Vorderhälfte aber weist dieselbe Bildung auf, wie sie bis jetzt nur bei Diplopsalis als Abnormität beobachtet wurde, nämlich 6 äquatoriale Platten der Formel 1, 2, 3 + $4^1/_2$ (s. Holzschn. 7a).

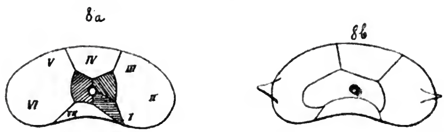
Apicalplatten findet Stein nur drei, ich dagegen bei Gonyaulax polyedra 5, vielleicht variiren sie also. Die bedeutsamste Eigenthümlichkeit des Gonyaulax ist aber die Ausdehnung der Längsfurche über den ganzen Vorderkörper bis zum Scheitel.

Bevor wir diejenigen Formen erörtern, welche sich vielleicht an die letztbesprochenen mit einiger Sicherheit anreihen lassen, wollen wir uns noch zwei Seitenzweige betrachten, die sich aus ziemlich ursprünglichen, jedoch in einiger Hinsicht mit Peridinium verwandten Peridiniden hervorgebildet haben müssen. Unter diesen verdienen zunächst die Ceratien, jene reizenden Dinoflagellaten des Meeres und Süsswassers unsere Aufmerksamkeit.

Ein bezeichnender Character dieser Gattung ist einmal: die grosse Ausdehnung, welche die Längsfurche in der Breite erlangt (53, 9a, 10b; lf.), so dass sie zu einem breiten Bauchausschnitt oder Feld wird, welches sich auch ein beträchtliches Stück auf die Vorderregion erstreckt. Bekleidet wird dieser Bauchausschnitt von einer zarten Fortsetzung der dicken übrigen Schalenhülle, was zuerst Stein nachwies. Die früheren Forscher, auch noch Bergh, Klebs, Pouchet und Gourret, hielten diesen Ausschnitt für nackt. Am linken Rande desselben zieht eine lange, schmale Spalte hin, welche sich von dem linken Ende der Querfurche bis an das Hinterende des Bauchausschnittes fortsetzt, die Geisselspalte. Dieselbe zeigt im Wesentlichen die gleiche Bildung wie bei Peridinium, ist jedoch in ihrer Beschaffenheit, wenigstens bei Ceratium Tripos, von mir etwas eingehender studirt worden, als dies bei Peridinium bis jetzt geschah. In der ganzen Ausdehnung dieser Geisselspalte ist der Weichkörper zu einer schmalen Rinne eingesenkt (54, 1b; gs), der Geisselrinne, auf deren Seitenränder die Membran (fm) des Bauchausschnittes sich fortsetzt und bis an den Grund der Rinne zu verfolgen ist. Hier aber liegt das Plasma wohl in der ganzen Ausdehnung der Rinne nackt. Der rechte Rand der Rinne erhebt sich stärker und legt sich nach links dachartig über dieselbe herüber, wodurch sie in ihrer ganzen Ausdehnung zu einer linksseitig mit einem schmalen Spalt versehenen Röhre wird, die sich am Hinterende des Bauchausschnittes durch ein ovales, ziemlich ansehnliches Loch öffnet. Aus diesem Loch tritt die Längsgeissel heraus, die in ihrem proximalen Verlauf in die Rinne eingelagert ist und am Vorderende derselben, dicht neben dem linken Ende der Querfurche entspringt. An derselben Stelle inserirt sich auch die Quergeissel (s. 53, 9a; 54, 1a—b).

Der Apex ist stets in eine mehr oder weniger lange, bei den meisten marinen Formen sogar sehr lange, geöffnete Scheitelröhre ausgewachsen und auch der Antapex zu einem hinteren, zugespitzten Horn (aah) von recht verschiedener Länge entwickelt.

Bevor wir die durch anderweitige Auswüchse sehr mannichfaltige Gestaltung der Ceratien eingehender verfolgen, wird es angezeigt sein, die Täfelung der Hülle etwas genauer zu betrachten.[1]) Dieselbe lässt sich zwar auf die allgemeinen Verhältnisse der Peridiniden zurückführen, scheint aber im Ganzen ziemlich vereinfacht zu sein. Nach Stein's Darstellung finden wir im äquatorialen Gürtel des Vorderkörpers nur 3 Tafeln (s. den Holzschnitt Fig. 8a), welche nach meiner Auffassung etwa folgender-



Erklärung des Holzschnittes Fig. 8. Schema der Tafelanordnung von Ceratium. a. Vorderhälfte; b. Hinterhälfte.

maassen auf die 7 von Peridinium zurückzuführen sind: die dorsale Platte entspricht No. IV, die grosse linke einer Vereinigung von No. I bis III und die rechte einer Vereinigung von No. V bis VII; doch ist wohl ein nicht unansehnlicher Theil der Tafel VII in die Bildung des breiten vorderen Theils des Bauchausschnittes eingegangen. Apicalplatten finden sich nach Stein nur drei, welche denen von Goniodoma (s. Fig. 1a, p. 927) etwa entsprechen, doch erstreckt sich die ventrale Tafel bei Ceratium tetraceros und Hirundinella bis zu dem linken Ende der Querfurche und erlangt dadurch einige Uebereinstimmung mit der Rautenplatte der Peridinien; bei den übrigen reicht sie jedoch nicht bis zum Aequator. Klebs konnte nun aber beobachten, dass die Apicalregion (Scheitelröhre) bei Ceratium Tripos zuweilen auch in 4 (ebenso Pouchet 37, p. 418) und noch mehr Tafeln zerfällt, was auch nicht unwahrscheinlich ist; es werden eben die Linien des weiteren Zerfalls wohl denen entsprechen, welche bei Peridinium (siehe Fig. 2a, p. 928) die grössere Zahl der apicalen Tafeln scheiden. Auch an dem Hinterkörper (8b) findet sich eine entsprechend geringe Sonderung der Tafeln, indem derselbe sich ebenfalls nur aus drei postäquatorialen Platten von der sehr wahrscheinlichen Formel 1 + 2, 4 + 5 und 3 aufbaut. Am Antapex findet sich nur eine einzige Tafel, welche in das hintere Horn (aah) ausgewachsen ist.

[1]) Klebs (44) hat schon die von Brandt (Mitth. zoolog. Stat. Neapel Bd. IV, p. 295) aufgestellte Ansicht, dass die Hülle der Ceratien aus zwei, nach Analogie der Verhältnisse bei den Bacillariaceen, längs der Querfurche in einander geschachtelten Hälften bestehe, zurückgewiesen; auch ich fand bei meinen Untersuchungen nicht den geringsten Anhalt hierfür.

Diese Neigung zur Entwicklung hornartiger Auswüchse ist nun bei den Ceratien noch an zwei weiteren Körperstellen vorhanden, nämlich an den beiden postäquatorialen Seitenplatten. Zunächst scheint ein solches Seitenhorn an der rechten Seitenplatte aufgetreten zu sein. Es findet sich allein neben dem Hinterhorn bei Ceratium tetraceros (= cornutum; 53, 7a), Furca, Fusus (54, 2a) und Tripos (53, 10b) vor. Bei den drei erstgenannten bleibt es im Allgemeinen klein, bei der letztgenannten Art wird es dagegen sehr lang, hat aber wie das Hinterhorn eine merkwürdige Veränderung des bei den übrigen Arten ziemlich nach hinten gerichteten Verlaufes erfahren. Beide Hörner biegen nämlich nach ihrem Ursprung sofort um und verlaufen in sehr variabler Krümmung und Länge nach vorn. Ein viertes Horn, aus der linken postäquatorialen Seitenplatte hervorwachsend, findet sich in ziemlich verschiedener Entwickelung bei Ceratium Hirundinella (53, 9a) und bleibt gewöhnlich kleiner wie das rechte Seitenhorn. Bei einer marinen Form endlich, welche Gourret als Cer. quinquecorne beschrieb und die der letzterwähnten Art recht ähnlich ist, soll sich auf der linken Rückseite des Hinterkörpers noch ein fünftes Horn finden.

Wie gesagt, bietet die Entwickelung dieser Hörner der Ceratien ein Feld für die manichfachsten Variationen auch innerhalb der Arten, zwischen welchen sich die unverkennbarsten Uebergänge finden. Die geringste Ausbildung eines einzigen Seitenhornes ist bei dem langspindelförmigen Cer. Fusus (54, 2a) zu beobachten und bei gewissen Varietäten desselben ist es ganz reducirt.

Nach einer anderen Richtung leiten sich von peridiniumartigen Formen zwei interessante, von Stein entdeckte Gattungen ab, welche er in näheren Zusammenhang mit den Cystoflagellaten (Noctiluca) zu bringen versuchte und desshalb auch ihre naturgemässen Beziehungen zu den Peridiniden verkannte. Aus Rücksicht auf diese vermeintlich innige Verwandtschaft mit Noctiluca gab er ihnen eine von den übrigen ganz abweichende Orientirung. Die erste dieser Gattungen, der ansehnliche Pyrophacus nämlich (54, 3a—b), zeigt auf den ersten Blick die nahen Beziehungen zu den eigentlichen Peridinien. Sie leitete sich vielleicht von Formen her, welche Diplopsalis nahe standen; wie die letztere Gattung besitzt sie nämlich einen sehr niedergedrückten, linsenförmigen Körper mit wohl ausgeprägter äquatorialer Querfurche und nur kurzer Längsfurche des Hinterkörpers. Stein bezeichnet den Hinterkörper als die Rücken-, den Vorderkörper als die Bauchfläche, da er die gleichen Flächen bei Noctiluca unterscheiden will.

Die ziemlich dicke Hülle weist eine Täfelung auf, die sich der der Peridinien im Allgemeinen anschliesst, nur wird die Plattenzahl, wohl in Zusammenhang mit der bedeutenden Körpergrösse, im Alter eine beträchtlich höhere. Auf den von Stein abgebildeten verschiedenen Altersstadien lässt sich verfolgen, dass die Vermehrung der Platten durch die Ausbildung neuer Verdickungsleisten, welche die ursprünglichen Platten in

secundäre theilen, zu Stande kommt. Im Vorderkörper finden wir einen äquatorialen Gürtel von 9 bis 14 und einen apicalen von 4 bis 7 Platten, wozu sich noch eine ventrale, schmale, etwas geschwungen verlaufende Platte gesellt (r), welche von dem Apex bis zu der Querfurche reicht. Stein bezeichnet sie als Stabplatte, da er sie dem sog. Staborgan der Noctiluca vergleicht, sie entspricht aber wohl sicher der früher geschilderten Rautenplatte des Peridinium. Eine deutliche Apicalöffnung ist vorhanden und wird von Stein seltsamer Weise als After bezeichnet. Am Hinterkörper wurden 10 bis 14 postäquatoriale und 3 bis 13 antapicale Platten beobachtet, welch' letztere etwas unregelmässig zusammengruppirt und im Alter so geordnet sind, dass einige, wie es scheint gewöhnlich drei, central stehen und die übrigen einen Kranz um dieselben formiren. Die kurze Längsfurche wird in ihrer ganzen Ausdehnung von einer Geisselspalte durchzogen, welche, soweit ich die Stein'sche Schilderung und seine Zeichnungen verstehen kann, dem früher geschilderten Geisselspalt gewisser Peridinien sehr ähnlich ist. Das Hinterende dieses Spaltes scheint zu einer runden Oeffnung erweitert zu sein, wie sie bei Peridinium divergens und Ceratium angetroffen wurde.

Mit der Gattung Pyrophacus stimmt nun der von Stein als Ptychodiscus (54, 4) bezeichnete Organismus in der allgemeinen Bildung nahe überein. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass eine Täfelung, mit Ausnahme der wie bei Pyrophacus am Vorderkörper deutlich markirten Rautenplatte (r), fehlt. Eine eigentliche Querfurche ist nur undeutlich ausgebildet, an ihrer Stelle findet sich, wie früher erwähnt, eine dünne Membran, welche die kleinere vordere Hälfte der Hülle mit der grösseren hinteren verbindet. Dass diese Membran, wenn sie auch keine deutliche Furche bildet, das Homologon der Querfurche ist, scheint keinem Zweifel unterworfen zu sein. Die Längsfurche entspricht ganz der des Pyrophacus und wird auch nach Stein's Angabe von einem feinen Geisselspalt durchzogen, welcher keine hintere Erweiterung zeigt. Die im Allgemeinen grosse Uebereinstimmung zwischen den beiden Gattungen scheint mir die Möglichkeit zuzulassen, dass unter Umständen auch bei Ptychodiscus eine Täfelung der Hülle zur Entwickelung gelangen könne; vielleicht waren die von Stein beobachteten Exemplare unausgewachsene.

Wir wenden uns schliesslich zu zwei letzten Gattungen der Peridinidengruppe, die sich entschieden als die abweichendsten documentiren, gerade desshalb aber ein besonderes Interesse beanspruchen, da sie zu der folgenden Familie, den Dinophysiden, eine gewisse Hinneigung verrathen. Es sind dies die Gattungen Oxytoxum St. (einschliesslich Pyrgidium Stein, dessen Verschiedenheit von der ersteren denn doch gar zu geringfügig ist) und Ceratocorys St. Die Abweichungen in dem Bau der noch wie bei den Peridiniden aus einer grösseren Anzahl von Tafeln zusammengesetzten Hülle sind so erhebliche, dass ich es zur Zeit für ziemlich aussichtslos halte, deren Täfelung von den eigentlichen Peridiniden

abzuleiten. Der gewichtigste Unterschied unserer beiden Gattungen von den letzteren besteht darin, dass die Anordnung der Tafeln eine ziemlich ausgesprochen bilateral symmetrische ist, so dass die Medianebene wenigstens die Haupttafeln in zwei seitliche, in übereinstimmender Weise zusammengesetzte Hälften scheidet. Dieses Verhalten aber darf wohl als eine Annäherung an die Dinophysiden betrachtet werden. Eine weitere recht bezeichnende Annäherung spricht sich aber bei Oxytoxum (53, 5—6) sicher darin aus, dass die vordere Körperhälfte viel kleiner ist als die hintere, höchstens die halbe Höhe der letzteren erreicht, nicht selten aber nur ein kleines Köpfchen darstellt. Wie schon früher erwähnt wurde, hatte Stein, der Entdecker dieser Formen, eine andere Auffassung derselben, indem er die kleinere Körperhälfte für die hintere nahm. Da sich aber die Längsfurche, wie gleich zu schildern sein wird, nur auf die grössere Hälfte erstreckt und in ihr auch die Geisselspalte liegt, welche bei keiner anderen Dinifere bisher auf dem Vorderkörper gefunden wurde, so kann ich die Stein'sche Ansicht nicht acceptiren. Lebende Exemplare wurden bis jetzt nicht beobachtet, ich zweifele jedoch kaum, dass sie meiner Ansicht die thatsächliche Bestätigung geben werden. Hinsichtlich der allgemeinen Körpergestalt der Oxytoxumarten ist zu bemerken, dass sich darunter solche mit ziemlich ovalem Hinter- und etwa halbkugligem Vorderkörper finden, bei den meisten jedoch eine ausgesprochene Neigung zur Längsstreckung und zur Bildung zugespitzter, stachelartig verlängerter Pole auftritt. Die Absetzung der beiden Körperhälften von einander ist eine viel schärfere wie bei den bis jetzt besprochenen Formen, da die Querfurche sehr breit wird und ihr Vorderrand, bei stärkerer Reduction des Vorderkörpers, einen viel geringeren Durchmesser besitzt wie der Hinterrand, so dass sich der Körper innerhalb der Furche deutlich keglig zuspitzt. Auch dieses Verhalten erinnert an zahlreiche Dinophysiden.

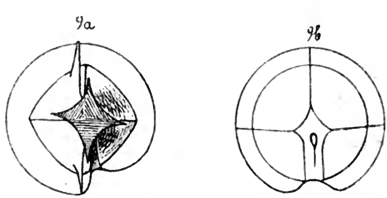
Leider ist nun die Täfelung der Hülle durch die Stein'schen Beobachtungen nicht so genau bekannt geworden, wie dies gerade bei dieser interessanten Gattung wünschenswerth wäre. Festzustehen scheint, dass sich der grössere Hinterkörper aus 5 grossen, den Postäquatorialplatten der übrigen Peridiniden im Allgemeinen entsprechenden Platten zusammensetzt, zu welchen sich dann noch eine den hinteren Pol oder Stachel bildende Antapicalplatte gesellt. Von den 5 erstgenannten Platten liegt eine ventral und enthält vorn die bei den sogen. Pyrgidien Stein's (53, 5) noch etwas längere, bei den eigentlichen Oxytoxen dagegen auf eine kleine hintere Ausbiegung der Querfurche beschränkte Längsfurche mit der engen, ovalen Geisselspalte. Diese Ventralplatte ist nun bei den sogen. Pyrgidien weniger entwickelt, sie reicht nämlich nicht ganz bis an die Antapicalplatte und ist gleichzeitig etwas asymmetrisch. Dadurch erlangt sie eine gewisse Aehnlichkeit mit der früher geschilderten hinteren Mundplatte der Amphidoma und des Gonyaulax und dürfte auch wohl wie diese aus der, die ursprünglich stärker entwickelte Längsfurche über-

ziehenden Membran hervorgegangen sein. Bei den eigentlichen Oxytoxen dagegen erreicht sie die Länge und symmetrische Beschaffenheit der übrigen 4 Platten, doch ist bemerkenswerth, dass auf den Abbildungen von Oxytoxum sphaeroideum bei Stein überhaupt nur 4 postäquatoriale Platten erscheinen. Die 4 weiteren Platten ordnen sich nun so, dass zwei die dorsale, zwei andere die ventrale Hälfte einnehmen.

Auch der Vorderkörper soll nach Stein eine entsprechende Zusammensetzung besitzen, doch tritt dies weder auf seinen Abbildungen hinreichend deutlich hervor, noch ist der Text in Betreff dieser Verhältnisse sehr präcis. Immerhin halte ich es für wahrscheinlich, dass Stein mit dieser Angabe das Richtige getroffen hat.

Schon oben wurde erwähnt, dass die Geisselspalte in der kurzen Längsfurche liegt. Stein zeichnet sie als eine mehr oder weniger länglich ovale Oeffnung, die bei den mit längerer Furche ausgerüsteten sog. Pyrgidien dem Hinterende der Furche nahe liegt. In diesem Fall lässt sich auf den Abbildungen z. Th. eine spaltartige dunkle Linie erkennen, welche, von der Oeffnung entspringend, in der Längsfurche nach vorn zieht, wesshalb ich es für wahrscheinlich halten möchte, dass wenigstens in diesen Fällen die Geisselspalte ein längerer feiner Spalt, ähnlich wie bei Peridinium ist, der sich an seinem Hinterende zu der geschilderten Oeffnung erweitert. Eine Apicalöffnung scheint Oxytoxum zu fehlen.

Indem wir uns zu der merkwürdigen Gattung Ceratocorys (54, 5) wenden, müssen wir leider nochmals auf die schon früher erwähnten Zweifel über deren richtige Orientirung hinweisen. Auch sie besitzt nämlich zwei sehr verschieden grosse Körperhälften, von welchen die kleinere wie ein flachgewölbter Deckel auf der grösseren, die etwa die Gestalt eines Topfes hat, aufsitzt. Stein erklärt nun die kleinere Region für die hintere; Gourret dagegen orientirt umgekehrt, indem er Ceratocorys direct den Dinophysiden beigesellt. Die Annahme der Gourret'schen Orientirung hat gewisse Schwierigkeiten, doch halte ich sie für nicht ganz unwahrscheinlich, weil eben noch anderweitige Analogien mit den Dinophysiden vorhanden sind. Wir betrachten also die grosse topfförmige Region als den Hinterkörper und seine Täfelung erinnert auffallend an



Erklärung des Holzschnittes Fig. 9. Schema der Tafelanordnung von Ceratocorys. a. Hinterhälfte in der Ansicht von aussen auf den Antapex, Ventralseite unten; b. Vorderhälfte in gleicher Stellung von innen.

die der Oxytoxen. Er besteht nämlich aus 4 grossen postäquatorialen Platten, zwei rechten und zwei linken und einer schmalen fünften Platte, die sich zwischen die beiden ventralen grossen Platten einlagert und desshalb wohl als hintere Mundplatte zu betrachten ist (s. Holzschn. 9a). Abgeschlossen wird das Hinterende durch eine vierseitige Antapicalplatte, deren Ecken mit den Trennungslinien der 4 grossen Platten zusammenfallen. Diese 4 Ecken sind nun in ansehnlich lange, divergirende, platte Hörner ausgewachsen, welche nach der Beschreibung Stein's in ihrer ganzen Länge von einem Centralkanal durchzogen werden, von welchem nach beiden Seiten fiederartig geordnete Seitenästchen ausgehen. Ein ähnliches plattes Horn entwickelt sich aus dem ganzen ventralen Rand der linken ventralen Postäquatorialplatte und gegenüber diesem ein rückenständiges aus dem dorsalen Rand der linken dorsalen Postäquatorialplatte.

Die Hülle des deckelförmigen Vorderkörpers wird von vier entsprechend gelagerten Platten gebildet und einer ventralen sog. vorderen Mundplatte, die sich von dem Apex bis zur Querfurche erstreckt, und also wohl der Rautensammt den Apicalplatten der Peridinien entsprechen dürfte. Diese Platte nun trägt auf ihrem Scheitel eine Oeffnung, von welcher sich ventralwärts eine Rinne bis zur Querfurche nach hinten fortsetzt. Letztere Oeffnung deutet Stein als Geisselspalte und dies veranlasste ihn jedenfalls hauptsächlich, die kleinere Körperregion für die hintere zu erklären. Es scheint mir nun aber recht wohl möglich, dass diese Oeffnung der Apicalöffnung der Peridinien entspreche, da sich diese bei Peridinium zuweilen in eine deutliche, ventral eine kleine Strecke herablaufende Spalte fortsetzt. Wo aber bei dieser Deutung die eigentliche Geisselspalte sei, lässt sich zur Zeit nicht sicher sagen, doch beschreibt Stein eine Längsrinne auf der hinteren Mundplatte, welche vielleicht auf den Geisselspalt bezogen werden kann.

Als eine auffallend an die Dinophysiden erinnernde Eigenthümlichkeit der Ceratocorys ist endlich noch hervorzuheben, dass die Randleisten der Querfurche in ungemein entwickelte Säume ausgewachsen sind, welche nahezu die Hälfte der Körperbreite an Höhe erreichen.

Wir müssen unsere Aufmerksamkeit nun der Familie der Dinophysiden zuwenden und werden finden, dass die Morphologie derselben recht übereinstimmend ist, so dass wir die Schilderung kurz fassen können.

Den wichtigsten Character der Familie bildet, wie schon gelegentlich erwähnt wurde, die grosse Verschiedenheit der beiden Körperregionen, indem die Querfurche dem Vorderende sehr nahe gerückt ist und weiter das Verhalten der Schalenhülle, welche höchstens einer einzigen Gattung fehlt. Die Eigenthümlichkeit der im Allgemeinen bilateralen Hülle besteht darin, dass sie eine durchgehende Trennungslinie in der Medianebene besitzt, ähnlich wie die der Prorocentrinen, also leicht in zwei seitliche Klappen zerfällt. Bei fast allen bekannten Dinophysiden übertrifft der Längsdurchmesser den queren, so dass ihre Gestalt vom nahezu kugligen oder ellipsoidischen bis zum langgestreckt nadel-

förmigen schwankt. Die Querfurche ist stets wohl entwickelt und zeigt eine Neigung zu mächtiger Erhebung der sie begrenzenden Leisten. Ihre beiden Enden stossen ventral stets aufeinander, sie ist also ringförmig geschlossen. Dagegen tritt nun die Längsfurche gewöhnlich stark zurück und scheint sich nur selten etwas über die vordere Hälfte des Hinterkörpers nach hinten zu erstrecken; auf den Vorderkörper dehnt sie sich überhaupt nur ganz selten aus.

Wie bemerkt, kennt man nur eine wahrscheinlich hierhergehörige Form, der eine Hülle möglicherweise abgeht, Amphidinium nämlich (54, 6—7), doch liegen über dieselbe recht verschiedene Angaben vor.

Während ihre Entdecker, Claparède und Lachmann, eine Hülle erwähnen und auch Stein eine zarte Hülle beschreibt, erklärt Spengel (35) sie für nackt und möchte sie desshalb mit Bergh den Gymnodiniden zurechnen. Letztere Ansicht scheint mir unhaltbar, auch wenn eine Hülle wirklich fehlt. Klebs (44) und Pouchet (48), welche das Amphidinium in jüngster Zeit gleichfalls untersuchten, sprechen sich nicht näher über diese Frage aus; auf ihren Abbildungen ist von einer Hülle übrigens nichts zu sehen.

Der Vorderkörper unserer Gattung ist namentlich bei dem gewöhnlichen Amphid. operculatum nur ein kleiner, knopfförmiger und etwas schief abgestutzter Anhang und der grosse Hinterkörper bei dieser Art in dorsoventraler Richtung stark abgeplattet. Ueber die ganze Bauchseite des Hinterkörpers zieht die Längsfurche, welche sich nach Stein's Darstellung vorn bedeutend verbreitert und mit der Querfurche zusammenfliesst. Spengel gibt dagegen an, dass beide Furchen sich nicht vereinigen. Nach Stein's Darstellung soll übrigens die Längsfurche veränderlich sein; die Membran reiche nur bis zu den Rändern dieser Furche, wäre demnach in deren ganzer Ausdehnung auf der Bauchseite gespalten und diese Ränder der Hülle sollen sich nähern und entfernen können, die Furche also entweder verdecken oder öffnen. Bei dem kleineren Amphidinium lacustre Stein's (54, 7a) ist der Hinterkörper nahezu kuglig und kaum abgeplattet, auch ist der Vorderkörper hier relativ etwas grösser, durch welche Eigenthümlichkeiten diese Form den Peridiniden viel ähnlicher ist wie die ersterwähnte.

In letzterer Hinsicht reiht sich ihr unter den echten Dinophysiden die gleichfalls von Stein entdeckte Gattung Phalacroma am nächsten an und es scheint mir unzweifelhaft, dass dieselbe eine der ursprünglichsten Dinophysiden ist. Dies geht einmal daraus hervor, dass die Grössendifferenz zwischen den beiden Körperregionen bei einem Theil der Phalacromen noch eine geringe ist (55, 1), indem sich der Vorderkörper derselben halbkuglig zu etwa der halben Länge des Hinterkörpers erhebt und ferner daraus, dass die Randleisten der Querfurche im Allgemeinen sich wenig mehr erheben wie bei den Peridiniden. Dennoch macht sich auch schon in dieser Gattung die Tendenz zur Abflachung der Vorderregion mehr und mehr geltend, ja erreicht bei gewissen Arten schon einen so hohen Grad, dass man eigentlich kaum mehr von einem Vorderkörper reden kann (55, 2). Der Hinterkörper ist entweder eiförmig

oder läuft hinten zugespitzt aus und ist wie bei den übrigen Dinophysiden mehr oder weniger comprimirt.

Eine gewisse Ursprünglichkeit zeigt die in Rede stehende Gattung auch dadurch, dass sich wenigstens bei Phalacroma nasutum die Längsfurche eine kleine Strecke weit auf den Vorderkörper fortsetzt; ich kann nämlich das von Stein bei dieser Art beschriebene Stirnfeldchen nur in diesem Sinne deuten. Als Längsfurche des hinteren Körpers haben wir bei dieser wie bei den übrigen Dinophysiden den schmalen von der Querfurche nach hinten ziehenden medianen Streif zu beanspruchen, welcher von den beiden eigenthümlichen, flügelförmigen Längsleisten begrenzt wird, deren Ausbildung ein charakteristisches Merkmal aller eigentlichen Dinophysiden bildet. Diese Leisten, welche zusammen die sog. „Handhabe“ Claparèdes und Lachmann's darstellen, sind jedenfalls nichts anderes, wie die zu flügelförmigen Bildungen ausgewachsenen Randleisten der Längsfurche und den sog. Flügelleisten homolog, welche wir schon bei gewissen Peridiniden (Blepharocysta, Diplopsalis) kennen gelernt haben. Sowohl bei Phalacroma wie fast allen übrigen Dinophysiden ist die linke Leiste (l) länger und viel stärker ausgewachsen wie die rechte (l'). Beide Leisten setzen sich vorn durch Umbiegung direct in die hintere Randleiste der Querfurche fort. Die rechte erstreckt sich nun etwa nur halb soweit nach hinten wie die grössere linke, die bei Phalacroma etwa bis zur Körpermitte oder etwas über dieselbe nach hinten reicht. Letztere besitzt wohl in Verbindung mit ihrer stärkeren Entwicklung drei für die meisten Dinophysiden charakteristische Verdickungsleisten oder Rippen, welche in ziemlich gleichen Abständen die blattartig dünne Membran der Leiste durchziehen (r^1—r^3). Nur bei dem kleinen Phalacroma nasutum scheinen diese Rippen zu fehlen. Die vordere (1) und hintere Rippe (3) stehen ganz vorn, resp. hinten in der Leiste und laufen auf die vordere resp. hintere Ecke derselben zu; die Mittelrippe durchzieht die Mittelregion der Leiste.

Die Geisselspalte ist bei Phalacroma und allen übrigen Dinophysiden eine unansehnliche, von der Ventralseite gesehen, rundliche Oeffnung in der Längsfurche (54, 8c; gs) zwischen den beiden Flügelleisten und liegt, mit Ausnahme der Gattung Amphisolenia, zwischen der ersten und zweiten Rippe der linken Flügelleiste. Sie wird vorn und hinten, sowie auf der linken Seite von dunklen verdickten Rändern umzogen und setzt sich nach innen, wie Stein zuerst beobachtete und ich für Dinophysis bestätigen kann, in ein kurzes aber deutliches Röhrchen fort (55, 3a; gs).

In ihrer allgemeinen Morphologie schliesst sich die Gattung Dinophysis, welche der ganzen Familie den Namen gegeben hat, recht nahe an die eben besprochene an (54, 8; 55, 3a). Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass die Randleisten der Querfurche stärker entwickelt sind und in grösserer Entfernung von einander entspringen, indem die Querfurche im Allgemeinen breiter ist. Der Vorderkörper ist stärker reducirt

und zwar nicht nur an Höhe, sondern auch an Durchmesser, was sich, in Verbindung mit der Verbreiterung der Querfurche dadurch ausspricht, dass der Durchmesser der Basis der vorderen Randleiste der Querfurche bedeutend kleiner ist wie der der hinteren. Indem sich nun die vordere Randleiste auch ziemlich viel höher erhebt wie die hintere, wächst sie bei einem Theil der Arten zu einem trichterförmigen Gebilde aus, welches wir mit Stein der leichteren Orientirung wegen wohl als den Kopftrichter bezeichnen dürfen; die hintere Randleiste mag dann nach seinem Vorgang Halskragen genannt werden. Hiermit sind denn auch die wesentlichsten Eigenthümlichkeiten der Gattung Dinophysis erschöpft. Die Schwankungen der Gestalt interessiren uns hier weniger; der Hinterkörper erscheint bald mehr eiförmig bald länglicher gestreckt, ja zuweilen verschmälert sich seine hintere Hälfte sogar beträchtlich und spitzt sich zu. Wichtiger erscheint, dass das Hinterende bei einigen Arten einen schwanzartigen zugespitzten Fortsatz besitzt, an dessen Stelle bei Dinophysis acuta auch mehrere kürzere fingerartige vorhanden sein können. Ich muss diese Fortsätze auf Grund eigener flüchtiger Untersuchung für ähnliche Gebilde halten wie die Randleisten der Längsfurche. Es sind auch ganz platte längs der Zusammensetzungslinie der beiden Klappen verlaufende Leisten; ich blieb aber unsicher, ob sie nur von einer oder von beiden Klappen entspringen. Bei Dinophysis hastata und bei Phalacroma doryphorum wird die Mitte des schwanzartigen Fortsatzes auch von einer Verdickungsrippe durchzogen, wodurch er der linken Flügelleiste der Längsfurche noch ähnlicher wird. Bei Dinophysis acuta findet man häufig, dass die ganze Hülle von dem Ende der linken Randleiste ab in der Medianlinie von einem leistenartigen Kiele umzogen wird; derselbe ist nichts anderes, wie eine Ausdehnung der hinteren Fortsätze über die ganze Zusammensetzungslinie der Hülle. Eine solche Form mit völlig ausgebildeter Kielleiste haben schon Claparède und Lachmann als Varietät ihrer Dinoph. ventricosa beschrieben. Es finden sich auch Varietäten, bei welchen diese Kielleiste nur auf dem Rücken entwickelt ist und einen mehr oder weniger unregelmässigen gezackten oder welligen freien Rand besitzt. Ich habe diese Bildungen aus dem Grunde etwas genauer erörtert, weil sie bei einer noch zu betrachtenden Gattung eine viel ansehnlichere Entwicklung erreichen.

Bevor wir die Gattung Dinophysis verlassen, müssen wir kurz auf gewisse Differenzen, zwischen den Darstellungen, die Bergh und Stein von dem Verhalten der Flügelleisten der Längsfurche gaben, aufmerksam machen, da dieselben für die übrigen Dinophysiden jedenfalls in gleicher Weise gelten und gerade Bergh diesem Apparat eine besondere Bedeutung für die Vergleichung der Dinophysiden mit den Peridiniden und den Prorocentrinen beilegt. Wir haben uns in unserer Schilderung an die Resultate Stein's angeschlossen, da wir dieselben für Dinophysis acuta im Allgemeinen durch eigene Untersuchungen zu bestätigen vermögen. Danach verlaufen also die drei Rippen in der grösseren linken Flügelleiste; die kürzere rechte, welche in ihrem ganzen Verlauf deutlich von der linken gesondert ist (s. Fig. 8 c 54 und 3 a 55) enthält nur da, wo sie vorn in die Querfurchenleiste umbiegt, eine schwache Rippe (Fig. 3 a, 55). Bergh ist nun der Ansicht, dass die dritte Rippe (r^3) der linken Flügelleiste eigentlich der rechten angehöre und demnach von der rechten Klappe der Hülle ent-

springe. Man sollte demnach annehmen, dass die beiden Flügelleisten etwa von der zweiten Rippe ab nach hinten verwachsen wären und Bergh bemerkt auch mehrfach, dass dies so scheine, versichert aber auch wieder, dass die Leisten eigentlich getrennt seien. Die zwei vorderen Rippen (r^1 und r^2) der linken Flügelleiste gehören nach ihm der linken Klappe an. Die Betrachtung von der Ventralseite lehrt nun (Fig. 8c, 54), dass es wirklich so scheint, als wenn die hintere (r^3) und vielleicht auch die mittlere Rippe von der rechten Klappe entsprängen und diese Auffassung wird noch weiter dadurch gestützt, dass man auseinandergefallene Klappen findet, wo die beiden hinteren Rippen, sammt dem zwischen ihnen gelegenen Antheil der linken Flügelleiste in Verbindung mit der rechten Klappe geblieben sind und nur der vordere Theil der Flügelleiste in Verbindung mit der linken. Stein hat ein solches Exemplar abgebildet und ich beobachtete dasselbe.

Die eigentliche Geisselspalte hat Bergh nicht wahrgenommen und verlegt den Ursprung der Längsgeissel unrichtigerweise zwischen die zweite und dritte Rippe. Ich kann jedoch nicht umhin zu bemerken, dass die Schilderung, welche Bergh von der Bildung der Handhabe gibt, so schwer verständlich ist, dass ich nicht weiss, ob ich sie ganz richtig aufgefasst habe. Jedenfalls bedarf aber der ganze Apparat noch einiger specieller Studien zu seiner völligen Aufklärung.

Nahe verwandt mit Dinophysis, doch merkwürdig umgestaltet, erscheint die Gattung Histioneis Stein (55, Fig. 6). Das Eigenthümliche derselben besteht zunächst in fast völliger Reduction des Vorderkörpers, d. h. des von der Basis des Kopftrichters (vordere Randleiste der Querfurche) umschlossenen Feldes. Diese Basis des Kopftrichters ist zu einem ganz kleinen Kreischen geworden. Dabei hat sich aber die Basis des sog. Halskragens (der hinteren Randleiste der Querfurche) nicht verengt, sondern ist ungefähr an derselben Stelle wie bei Dinophysis geblieben, woraus also folgt, dass die Querfurche hier eine ungemeine Breite erlangt. Gleichzeitig aber wurde die Basis des Kopftrichters excentrisch nach der Ventralseite verschoben, die Querfurche ist also in ihrer dorsalen Region viel breiter wie in der ventralen.

Sowohl der Kopftrichter wie der Halskragen sind ungemein ausgewachsen, der erstere (vr) ist wirklich zu einem hohen, nach der Basis sich eng verschmälernden Trichter geworden, welcher an der Ventralseite wie bei Dinophysis durch einen Längsspalt unterbrochen ist.

Der Halskragen (hr) erhebt sich bei erwachsenen Exemplaren meist nahezu so hoch, wie der Trichter und ist seltsamer Weise und als einziger Fall in der Familie, nicht nur an der Ventralseite, sondern auch an der Dorsalseite unterbrochen, so dass er eigentlich aus zwei seitlichen Flügeln besteht. Den freien Rand beider Halskragenflügel umzieht eine Verdickungsleiste, doch setzt sich das Wachsthum der Flügel bei einigen Formen noch über diese Verdickungsleiste hinaus fort, wie später bei der Besprechung der feineren Bauverhältnisse der Hüllen noch genauer zu betrachten sein wird. Der linke Halskragenflügel setzt sich direct in die sehr stark entwickelte linke Randleiste (l) der Längsfurche fort wie bei Dinophysis; dieselbe ist so ansehnlich entwickelt, dass sie bis an den hinteren Pol reicht. Bei Histioneis crateriformis (und wohl auch biremis) weist sie im Uebrigen noch die Verhältnisse von Dinophysis auf, ist nämlich eine einheitliche Flügelleiste mit den drei Verdickungsrippen, von welchen die hintere (r^3) nahe an dem hinteren Pol

entspringt. Bei den übrigen, mehr umgestalteten Arten des Geschlechtes ist ein Zerfall der Leiste im Bereich der Mittelrippe eingetreten, so dass sie in einen Vorder- (l) und Hinterflügel (l^a) gesondert erscheint. Das Vorderende des Vorderflügels hat sich dann gewöhnlich von dem linken Flügel des Halskragens etwas emancipirt, oder ist wohl vielmehr neben demselben in eine freie zugespitzte Verlängerung ausgewachsen (s. Fig. 6 u. 6 a). Der Hinterflügel (l^a) ist sehr stark nach hinten ausgewachsen, sein Hinterende ist entweder zugespitzt oder im erwachsenen Zustande abgerundet, oder auch zu einem halbkreisförmigen flossenartigen Anhang verbreitert (6 a).

Die rechte Randleiste der Längsfurche kommt dagegen bei unserer Gattung überhaupt nicht zur Entwickelung, an ihrer Stelle findet sich nur eine Verdickungsleiste der Hülle, welche die Grenze der Längsfurche bildet.

Ein Wort verdient noch die eigenthümliche Gestaltung, welche der Hinterkörper bei gewissen Histioneisarten erlangt. Bei der ursprünglichsten halbkuglig erscheinend, reducirt sich bei anderen seine Längsaxe so sehr, dass er etwa kahnförmig wird; durch Bildung eines dorsalen Auswuchses kann die Gestaltung noch eigenthümlicher werden.

In vieler Hinsicht schliesst sich die Gattung Ornithocercus (55, 7) nahe an die eben beschriebene an. Sie theilt mit ihr die grosse Breite der Querfurche und die Excentricität der Basis des Kopftrichters (vr), doch ist derselbe nicht so hochgradig verengt. Die ungemeine Entwickelung der Randleisten der Querfurche finden wir auch hier, aber die dorsale Unterbrechung des Halskragens (hr) fehlt. Kolossal entwickelt ist die linke Randleiste der Längsfurche, während auch hier die rechte nicht zur Entwickelung gelangt. Die Sonderung der grossen linken Randleiste in einen Vorder- und Hinterflügel kommt auch Ornithocercus zu. Der Hinterflügel (l^a) aber dehnt sich noch weit über den hinteren Pol auf die Dorsalseite aus, indem er gleichsam einen hinteren Fortsatz, wie er bei gewissen Dinophysisarten vorkommt, in sich aufnimmt. Wir können nichtsdestoweniger in der grossen linken Randleiste die drei ursprünglichen Rippen (r^1—r^3) unterscheiden, welche etwa die Stellung wie bei Histioneis haben, dazu gesellt sich noch eine vierte (r^4), etwas dorsal von dem hinteren Pol entspringende, welche wohl derjenigen Rippe zu vergleichen ist, die sich bei Dinophysis und Phalacroma in dem hinteren Fortsatz zuweilen entwickelt. Bei sehr mächtiger Ausbildung der Randleiste, wie sie erwachsene Exemplare aufweisen, treten aber zwischen diesen 4 ursprünglichen Rippen noch zahlreiche secundäre auf und die Rippen erlangen eigenthümliche Weiterbildungen, die wir später noch betrachten werden.

In etwas anderer Richtung leitet sich von dinophysisartigen Formen die Gattung Citharistes ab (55, Fig. 5). Halskragen und Trichter haben hier etwa die Verhältnisse mancher Dinophysisarten. Der Hinterkörper ist ungefähr beutelförmig und in seltsamer Weise auf der vorderen Region der Dorsalseite mit einer sehr tiefen, von der Seite be-

trachtet, halbkreisförmigen Aushöhlung versehen, über welche sich nebeneinander, von vorn nach hinten, zwei brückenartige, aus Schalensubstanz bestehende Stäbe herüberlegen, gewissermaassen Stützen, welche dem durch die tiefe Aushöhlung in seiner Verbindung mit dem Hinterkörper sehr geschwächten Vorderkörper mehr Halt verleihen.

Die linke Randleiste (l) der Längsfurche ist stark entwickelt und reicht bis fast an den hinteren Pol. Ihre hintere Hälfte wird von einigen Rippen durchzogen, welche sich nicht gut auf die drei der übrigen Dinophysiden zurückführen lassen.

Endlich restirt noch die Besprechung der jedenfalls zu den interessantesten Dinophysiden gehörigen Gattung Amphisolenia (55, Fig. 4). Sie bildet wegen der kolossalen Längsentwickelung gewissermaassen ein Gegenstück zu Ceratium Fusus unter den Peridiniden. Es liegt eine echte Dinophyside vor, welche sich so stark verlängert hat, dass die Gestalt langspindelförmig bis nadelartig geworden ist. Die Zusammensetzung der, wie es scheint, nicht sehr dicken Schalenhülle aus zwei Klappen ist jedoch ganz deutlich, ebenso die beiden Randleisten der Querfurche, welche ungefähr die Verhältnisse von Dinophysis zeigen. Etwas abweichend haben sich dagegen die Flügelleisten der Längsfurche entwickelt; sie sind nämlich beide gleich ausgebildet, vorn am höchsten, nach hinten allmählich niedriger werdend und hören an der Stelle auf, wo sich der Geisselspalt (gs) in der ventralen Mittellinie findet und die ungefähr spindelförmige Erweiterung des Mittelleibes beginnt. Eigenthümlich ist auch der hintere Pol gebildet, indem er entweder kuglig angeschwollen (Fig. 4a) ist, oder in eine quergestellte flossenartige, mit drei Spitzchen versehene Verbreiterung ausläuft.

Noch bleibt eine der interessantesten Formen der Dinoflagellaten zur Betrachtung übrig, welche oben, wegen ihrer besonderen Eigenthümlichkeiten als Typus einer besonderen Familie beansprucht wurde; nämlich die von mir zuerst genauer geschilderte Gattung Polykrikos (55, 8a—b). Nachdem wir in den Abtheilungen der Rhizopoden und Radiolarien schon Bauverhältnisse kennen gelernt haben, die in gewissem Sinne als Segmentirungserscheinungen einer einfachen Zelle zu deuten waren, tritt uns bei Polykrikos die gleiche Erscheinung in viel entschiedenerer Ausprägung entgegen. Wir dürfen diese Gattung wohl von einer nackten, gymnodiniumartig gestalteten Urform ableiten, deren Körper beträchtlich in die Länge gewachsen ist und dabei eine Art Segmentirung, d. h. die Wiederholung gewisser Organe in der Längsrichtung erfahren hat. — Die allgemeine Gestalt ist demnach eine ungefähr tonnenförmige, im Querschnitt mässig abgeplattete, indem sich über die ganze Bauchseite, von dem bei der Bewegung vorangehenden Vorderende bis an das Hinterende eine Längsfurche verfolgen lässt; letzteres ist, wie zu erwarten, die stark ausgewachsene Längsfurche der Peridiniden. Statt einer einfachen Querfurche finden wir nun aber viele, welche sich

in ziemlich gleichen Abständen, wie die Reife einer Tonne, um den Körper herumlegen. Gewöhnlich scheint die Zahl dieser Querfurchen 8 zu betragen, wie es Bergh bei der von ihm beobachteten Form stets fand, während ich zwar auch diese Zahl der Furchen meist beobachtete, jedoch zum Theil auch mehr, wie ich mich sicher zu erinnern glaube, da sich bei der von mir studirten Form die Zahl der Querfurchen schon vor der eigentlichen Theilung vermehrte, so dass jeder der beiden Theilsprösslinge vor der Trennung schon seine 8 Querfurchen besass.

Die ventralen Enden aller Querfurchen fliessen mit der gemeinsamen Längsfurche zusammen und jede Querfurche verläuft wie bei den Peridiniden niedrig schraubenförmig, so dass ihre rechten ventralen Enden die Längsfurche ein wenig weiter hinten erreichen wie die linken. Es kann nun wohl keinem Zweifel unterliegen, dass auch die Quergeisseln eine der Zahl der Querfurchen entsprechende Vermehrung erfahren haben, wenigstens wurde in allen Querfurchen die Wellenbewegung beobachtet, welche in der einfachen Furche der Peridiniden von der einzigen Quergeissel bewirkt wird. Dagegen scheint eine entsprechende Vermehrung der Längsgeisseln sicher nicht eingetreten zu sein. Bergh fand gewöhnlich nur eine Längsgeissel („selten zwei"), welche eine kleine Strecke vor dem Hinterende aus der Längsfurche entsprang; ich dagegen beobachtete bei der von mir gesehenen Form noch eine zweite Längsgeissel an dem hinteren Pol, welche sich hier zwischen vier niedrigen lappigen Fortsätzen, zwei seitlichen und zwei medianen, die das Hinterende krönten, erhob.

5. Chemische Natur und feinere Structur der Schalenhülle.

Wie schon in der historischen Einleitung bemerkt wurde, verdanken wir Warming die Entdeckung, dass die Schalenhülle der Dinoflagellaten aus einer Cellulose ähnlichen Substanz bestehe, während Carter (19) das Gleiche für die Cystenhülle einer ruhenden Peridinide schon früher festgestellt hatte. Die späteren Beobachter: Bergh, Klebs und Bütschli konnten dies im Allgemeinen bestätigen, wenn auch die bekannten Reactionen auf Cellulose nicht bei allen Formen, welche untersucht wurden, gleich gut eintreten. Am besten gelingt gewöhnlich die Reaction mit Jod und Schwefelsäure, wogegen die Behandlung mit Chlorzinkjod meist keine Bläuung, sondern eine mehr oder weniger intensive Violett- bis Rothfärbung erzeugt, ja nach Klebs (44) bei den Ceratien überhaupt nur eine sehr schwache Färbung hervorruft. Nach demselben Beobachter sollen die von ihm bei Hemidinium und der als Glenodinium (Gymnodinium) pulvisculus beschriebenen Form beobachteten Membranen von Chlorzinkjod braun, resp. gelb gefärbt werden, es dürfte daher wohl zu vermuthen sein, dass dieselben nicht eigentlich in die Kategorie der Cellulosehüllen gehören.

Wie eine Cellulosemembran wird denn auch die Schalenhülle der Dinoflagellaten von schwächeren Mineralsäuren und Kalilauge nicht

gelöst, leicht dagegen von concentrirter Schwefelsäure. Doch versagt nach den Untersuchungen, welche Bergh hauptsächlich an Ceratien anstellte, auch das bekannte Lösungsmittel der Cellulose: Kupferoxydammoniak, und diese Abweichung rechtfertigt wohl die Vermuthung, dass die Substanz der Dinoflagellatenhülle keine vollwerthige Cellulose, sondern eine irgendwie modificirte sei.

Die verhältnissmässig recht spröde und zerbrechliche Beschaffenheit der dickeren Hüllen könnte leicht zur Vermuthung führen, dass sie mit einer anorganischen Substanz imprägnirt seien; so hielt sie Warming für kieselhaltig. Doch hatte sich schon Ehrenberg bei Ceratium Hirundinella überzeugt, dass die Hülle verbrennlich ist, beim Glühen also keinen bemerkbaren Rückstand hinterlässt. Diese Erfahrung konnte Bergh speciell für die Ceratien völlig bestätigen. Hiernach scheint es also wohl sicher, dass wenigstens die Hüllen der lebenden Dinoflagellaten nicht merklich mit anorganischer Substanz imprägnirt sind, zweifelhaft bleibt dies aber für die früherer Epochen, da bekanntlich aus der Kreideformation wohl conservirte kieselige Hüllen vorliegen, deren gute Erhaltung sich am leichtesten durch die Annahme erklären liesse, dass sie schon im Leben verkieselt gewesen seien. Ich halte aber eine solche Annahme nicht für zwingend, da die Verkieselung auch wohl secundär sein kann.

Die Substanz der Schalenhülle ist stets farblos und glasartig durchsichtig; von einer feineren inneren Structur der Masse wurde bis jetzt nichts bekannt, dieselbe erscheint vielmehr hyalin und homogen. Von der feinen Membran des Hemidinium zwar bemerkt Klebs, dass sie feinkörnig oder feinstreifig erscheine, doch ist nicht näher angegeben, ob dieses Structurverhältniss wie bei den übrigen Dinoflagellaten nur der Oberfläche angehöre oder der Substanz selbst zukomme.

Bei den allermeisten Dinoflagellaten zeigt die Hülle nun besondere Structurverhältnisse, die im Allgemeinen von zweierlei Natur sind. Entweder bestehen sie nämlich in leistenförmigen Verdickungen der Oberfläche, die durch ihre verschiedene Zusammengruppirung die mannichfachsten Zeichnungen hervorrufen können oder in porenartigen Durchbrechungen. Meist sind beide Structurverhältnisse an derselben Hülle vereinigt.

Soweit unsere, in dieser Hinsicht namentlich von Stein und Klebs geförderten Erfahrungen, die ich bestätigen kann, reichen, treten jedoch alle structurirten Hüllen ursprünglich als dünne ganz homogene Membranen auf und die Structurverhältnisse entwickeln sich erst allmählich im Laufe des Wachsthums; doch scheint mir zweifelhaft, ob dies auch für die Poren gilt.

Bei früherer Gelegenheit wurde jedoch hervorgehoben, dass es gewisse Formen gibt, deren zarte Hülle zeitlebens, wenigstens mittels optischer Mittel keinerlei Structur erkennen lässt (Glenoidinium); dennoch

scheint bei diesen zuweilen schon die Andeutung einer Structur vorhanden zu sein, da nach den Erfahrungen von Klebs und Bergh die Hüllen einiger Glenodinien (Warmingii Bergh und obliquum Pouchet) die Neigung haben, in mehrere tafelartige Stücke zu zerfallen, eine Erscheinung, welche bei den übrigen Dinoflagellaten mit dem Vorhandensein gewisser Structureigenthümlichkeiten verbunden ist, wesshalb auch bei diesen Glenodinien ähnliches, wenn auch nicht deutlich sichtbar, anzunehmen sein dürfte.

Schon bei der Besprechung der allgemeinen Morphologie der Schalenhülle mussten wir bis zu einem gewissen Grade auf die Structur eingehen, weil die für die verschiedenen Formreihen in vieler Hinsicht characteristische Täfelung der Hülle, auf solchen Structurverhältnissen beruht. Wie dort schon hervorgehoben wurde, sind es leistenförmige Verdickungen der Oberfläche der Hülle, welche die Täfelung bewirken.

Nach den oben geschilderten Zerfallerscheinungen der Hüllen gewisser Glenodinien kann es scheinen, als wenn die Verdickungsleisten, welche die grösseren Tafeln oder Klappen der Hülle begrenzen, wohl die ersten Structurverhältnisse gewesen seien, die an der Hülle zur Entwickelung gelangten. Ich glaube jedoch, dass dies nicht der Fall war, sondern dass diese stärkeren Verdickungsleisten sich erst allmählich aus den feineren reticulären Leistchen entwickelten, wie sie fast bei allen Formen als weitere Verzierung der Tafeln vorkommen. Wir sahen schon früher, dass es einige einfache Peridiniden gibt (Clathrocysta), deren Hülle von einem ziemlich gleichmässigen Netzwerk feiner Leisten überzogen wird, welche weitere oder engere polygonale Feldchen einschliessen. Durch stärkere Verdickung gewisser in einer Flucht verlaufender Züge von Leistchen können sich nun die Verdickungsleisten zwischen den Tafeln der Peridinidenhülle und ebenso die Verdickungsleiste, welche die beiden Tafeln oder Klappen der Dinophysiden scheidet, gebildet haben.

Dies lässt sich z. B. bei Exemplaren von Peridinium divergens recht gut bemerken, wo die Verdickungsleisten zwischen den Tafeln noch wenig entwickelt sind, doch muss ich bemerken, dass man auch nicht selten Exemplaren dieser Art begegnet, an deren noch dünner Hülle nur die Verdickungsleisten letzterer Art zu bemerken sind, die feinere Netzzeichnung dagegen nicht oder doch nur äusserst schwach hervortritt. Diesem Umstande mag jedoch für unsere Auffassung vielleicht weniger Gewicht beigelegt werden, denn es scheint sicher, dass bei dieser Form überhaupt bedeutende Abweichungen in der Schalenstructur vorkommen, wenigstens beobachtete ich auch grosse Individuen mit dicker Hülle, an welcher keine Spur der Täfelung und der gewöhnlichen Netzzeichnung zu erkennen war.

Aus dem eben Bemerkten geht hervor, dass die Tafeln der Hülle gewöhnlich noch eine feinere Areolirung aufweisen. Die beiden Klappen der Dinophysiden scheinen fast stets eine solche Structur zu besitzen, doch ist sie auf den Abbildungen Stein's zuweilen nicht richtig wiedergegeben, da er namentlich bei den eigentlichen Dinophysisarten statt der polygonalen Areolen häufig zu weit auseinander gezeichnete Kreischen angibt. Ebenso muss ich auch die bei Citharistes und Histioneis auf den Abbildungen dargestellte Structur beurtheilen, wogegen bei Orni-

thocercus die Leistchen wircklich so verbreitert zu sein scheinen, dass die Areolen weiter auseinandergerückt sind. Nur bei Amphisolenia scheint die Netzzeichnung nach den Abbildungen Stein's zu fehlen oder, wie ich vermuthen möchte, sehr wenig entwickelt zu sein.

Auch bei einer Reihe Peridiniden findet sich die Areolirung der Hülle auf Stein's Zeichnungen nicht, doch möchte ich für die meisten derselben gleichfalls vermuthen, dass sie Stein wegen ihrer Feinheit nur übersah. Namentlich halte ich dies für die Gattungen Blepharocysta, Podolampas und Diplopsalis, wo Stein von eigentlicher Netzstructur nichts angibt, für wahrscheinlich, da Bergh wenigstens bei der letztgenannten eine sehr feine Netzzeichnung auffinden konnte. Bei der eigenthümlichen Gattung Ptychodiscus scheint die Hülle nach Stein's Zeichnungen glatt aber porös zu sein, ähnlich wie es bei den Prorocentrinen wohl allgemein ist. Eine etwas stärkere Entwickelung der Poren würde aber auch hier eine Netzstructur ähnlich der der Dinophysiden hervorrufen, wo sich im Grunde jeder Areole ein Porus findet. Auch bei Pyrophacus wird nur eine feine, wohl auf Poren zu beziehende Punctirung der Oberfläche angegeben.

Durch stärkeres Hervortreten gewisser Leistenzüge der Tafeln bilden sich bei einigen Peridiniden auch secundäre Längsleisten aus, so bei Gonyaulax polygramma und verschiedenen Oxytoxumformen, bei welchen die Areolen überhaupt eine Neigung haben, sich zu Längszügen auf den Tafeln zu ordnen. Am schönsten zeigt dies das sog. Pyrgidium tesselatum Stein's, dessen Tafeln je mit mehreren Längszügen grosser rechteckiger Areolen verziert sind.

Mit der Areolirung verbindet sich bei gewissen Peridiniden, seltener bei Dinophysiden (Citharistes), eine borstige Bestachelung der Oberfläche, indem die Knotenpuncte der Netzleistchen in kurze Stacheln oder Borsten auswachsen. Am deutlichsten ist dies bei einigen Peridinium- (divergens, bipes und tabulatum) und Ceratiumarten (Hirundinella und macroceros), doch findet sich ähnliches auch schon bei Clathrocysta und Gonyaulaxformen. Bei Citharistes sind gewöhnlich nur die Ränder des Rückenausschnitts in solcher Weise bestachelt.

Etwas abgeändert erscheint die feinere Schalenstructur bei den meisten marinen Ceratien, indem die Leistchen nur selten regelmässig polygonal geordnet sind (Varietät von Cer. Tripos), gewöhnlich einen mehr welligen Längsverlauf nehmen, wobei sie wenig oder reichlich untereinander anastomosisen, in letzterem Fall also eine unregelmässige Netzzeichnung hervorrufend.

Eigenthümliche, besondere Structurverhältnisse treten gewöhnlich bei fortgesetztem Wachsthum der getäfelten Hüllen an den Grenzen der Tafeln auf, indem sich hier die sog. Intercalarzonen oder -streifen Stein's bilden.

Leider ist zur Zeit die Natur und Bildungsgeschichte dieser Streifen noch wenig aufgeklärt und was ich nachstehend über dieselben bemerke,

gründet sich auf einige selbstständige Beobachtungen, hat aber zunächst einen mehr hypothetischen Character.

Die Entstehung dieser, je nach dem Alter der Hülle schmälerer oder breiterer Streifen längs der Tafelgrenzen muss wohl darauf zurückgeführt werden, dass das Flächenwachsthum an den Tafelrändern, d. h. eigentlich innerhalb der ursprünglichen Verdickungsleisten, die dabei in zwei seitliche Streifen auseinander gedrängt werden, geschieht. Ich nehme also an, dass die Intercalarstreifen den Zuwachs in der Fläche bezeichnen, welchen die Tafeln nach ihrer Abgrenzung noch erfahren haben. Diese Zuwachsstreifen sind daran kenntlich, dass ihre feinere Structur eine etwas andere ist wie die der übrigen Tafelfläche. Sie sind nämlich fein und dicht quergestreift, d. h. ihre Streifung verläuft senkrecht zu den Grenzen der Tafeln. Beobachtungen, welche ich an den Hüllen von Gonyaulax polyedra und Peridinium divergens über die Intercalarstreifen anstellen konnte, machen es mir sehr wahrscheinlich, dass die feine Querstreifung nicht auf der äusseren, sondern der inneren Fläche der Streifen ihren Sitz hat, wenigstens finde ich bei Peridinium, dass die äussere Fläche dieselben Netzfeldchen deutlich aufweist, wie die übrige Tafelfläche; die aufeinander stossenden Feldchen benachbarter Tafeln zeichnen sich nur dadurch aus, dass sie ziemlich regelmässig senkrecht zur Grenze der Tafeln gerichtet sind, ein Verhalten, welches sich übrigens überall da zu finden scheint, wo die Areolen an eine Verdickungsleiste grenzen, also z. B. auch an den Randleisten der Querfurche. Aus den Beobachtungen Stein's an Goniodoma geht ferner hervor, dass die Intercalarstreifen nicht so dick sind, wie die eigentliche Tafelfläche, sondern sich auf der Innenseite gegen den Grenzrand allmählich zuschärfen. Auch ich glaube, diese Erfahrung für die Tafeln von Gonyaulax und Peridinium divergens bestätigen zu können. Stein glaubt nun, dass die Tafeln sich mittels dieser abgeschrägten inneren Ränder an der zusammenhängenden Hülle aneinanderlegen, was ich für unmöglich halte, da dann die benachbarten Tafeln bei der flachen Abschrägung der Ränder unter ganz spitzem Winkel zusammenstossen müssten, während sie in Wirklichkeit einen recht stumpfen Winkel mit einander bilden; letzteres kann aber nur so zu Stande kommen, dass sich nur die eigentlichen Ränder der abgeschrägten Intercalarstreifen berühren resp. zusammenhängen, d. h. da wo sie am dünnsten sind. Dies scheint denn auch mit unseren Vorstellungen über das Dickenwachsthum der Tafeln am besten zu harmoniren. Wenn wir eine fortdauernde Zunahme der Tafeldicke bei dem Wachsthum voraussetzen, so ergibt sich als nothwendige Folge, dass die Intercalarstreifen, als die neuhinzutretenden Randverbreiterungen, nach der Peripherie dünner werden müssen und dass da, wo die benachbarten Intercalarstreifen der Tafeln zusammen hängen, die dünnste Stelle sein muss.

Hieraus würde sich dann auch am einfachsten erklären, warum die Hüllen mit stark entwickelten Intercalarstreifen so leicht in einzelne

Tafeln zerfallen, da dieselben an der Grenze der Intercalarstreifen nur durch sehr dünne Schalensubstanz verbunden sind. Es ist aber bekannt, dass auch die Hüllen, welche keine Intercalarstreifen ausgebildet haben, in die durch die Verdickungsleisten umgrenzten Tafeln zerfallen können, wesshalb wohl die obige Erklärung nicht in allen Fällen zutrifft. Auch die Randleisten der Querfurche verhalten sich in dieser Hinsicht wie die übrigen Leisten, wie denn auch im Verlaufe secundärer Leistchen zuweilen ein Zerfall eintreten kann. Worauf diese Erscheinung beruhe, lässt sich zur Zeit nicht wohl angeben; da jedoch sicher scheint, dass im Bereich der Leisten das Weiterwachsthum geschieht, ja, wenn Intercalarstreifen auftreten, die Leisten gewöhnlich in zwei Hälften auseinander weichen müssen, so weist dies alles auf eine Neigung derselben sich zu sondern und auf einen geringeren Zusammenhang der Schalensubstanz längs der Verdickungsleisten hin.

Einige Worte verdient noch die Ausbildung der Intercalarstreifen der Dinophysiden, welche einstweilen nur bei den Gattungen Phalacroma und Dinophysis von Stein beschrieben wurden. Von beiden Gattungen sind auf seinen Zeichnungen Exemplare dargestellt, bei welchen mässig breite Intercalarstreifen in ganz derselben Weise wie bei den Peridiniden zwischen den Schalenklappen ausgebildet sind, demnach als fein quergestreifte Bänder erscheinen. Bei anderen Individuen dagegen, wo die Streifen viel breiter sind, werden dieselben entweder ganz glatt, ohne besondere Structur, oder mit einer der übrigen Hülle entsprechenden, nur bedeutend feineren Areolirung abgebildet. Für letztere Formen gibt Stein weiter an, dass die Nahtränder, mittels welcher die beiden Klappen zusammengefügt sind, von je einer Reihe feiner, alternirend in einander greifender Zähnchen dicht besetzt seien. Wie weit er diese Verbindungsweise der Schalenklappen auch auf die übrigen Dinophysiden ausdehnt, geht aus seinen Mittheilungen nicht hinreichend hervor. Ich halte es nun für wahrscheinlich, dass diese Zähnchen auf die quergestreiften Intercalarstreifen zu beziehen sind, welche er ja zuweilen fand, dann möchte ich aber auch annehmen, dass es sich nicht um wirkliche Zähne handelt. Mir lag leider kein Material zum eigenen Studium dieser Verhältnisse vor.

Einen Augenblick haben wir noch bei den Structurverhältnissen der Fortsatzgebilde verweilen, welche sich an den Hüllen der Dinoflagellaten häufig so ansehnlich entwickeln. Zunächst wären in dieser Hinsicht die Randleisten der Querfurche kurz zu untersuchen. Wenn dieselben sich stärker entwickeln, sei es bei den Peridiniden oder den Dinophysiden, so treten zu ihrer Verstärkung auch Verdickungsleistchen in sie ein und strahlen von ihrer Basis nach dem freien Rand als gestreckter oder welliger verlaufende, dunklere Rippen aus (52, 3b, 5, 6; 55). Sie sind bald dichter, bald weiter gestellt und an den wenig entwickelten Randleisten meist alle gleich, ohne besondere Differenzirungen.

In den so ansehnlich ausgewachsenen Leisten der Ceratocorys und vieler Dinophysiden entwickeln sich die Rippen stärker und nehmen besondere Verhältnisse an; so lassen sich bei Ceratocorys stärkere und dazwischen feinere secundäre Rippen unterscheiden. Zwischen den Rippen der zum hohen Kopftrichter ausgewachsenen, vorderen Randleiste von Histioneis bilden sich zuweilen quere Verbindungen aus, so dass eine netzige Structur entsteht, ähnlich der gewöhnlichen der Dinophysidenhülle. Aus der Abbildung einer Dinophysis acuta bei Stein geht aber auch hervor, dass unter Umständen die gewöhnliche Areolirung der Hülle auf die Randleisten der Quer- und Längsfurche ohne Veränderung übergehen kann. Bei dem schönen und grossen Ornithocercus treten an den peripherischen Enden der stärkeren Rippen des Kopftrichters seitliche Verzweigungen auf, zwischen denen Netzbildung stattfindet, dazwischen finden sich dann ähnlich wie bei Ceratocorys noch zärtere secundäre einfache Rippen (55, 7).

Aehnliche Structuren wie der Kopftrichter zeigt gewöhnlich auch die hintere Randleiste der Querfurche oder der Halskragen der Dinophysiden. Besondere Eigenthümlichkeiten weist derselbe nur bei Histioneis auf, wo er in zwei seitliche Flügel getheilt ist, wie früher erwähnt wurde. Jeder dieser Flügel wird längs seines freien Randes von einer stärkeren Verdickungsleiste begrenzt. Von dem nach vorn gerichteten Theil dieser Leiste entwickeln sich bei älteren Individuen stachelartige Auswüchse, welche sich allmählich verzweigen und, indem sie unter einander anastomosiren, eine netzige Verlängerung jedes Halskragenflügels bilden. Wahrscheinlich sind es aber keine freien Stacheln, die so hervorwachsen, sondern nur die Rippen einer zarten membranösen Verlängerung der Flügel, wenigstens bestehen die Fortsätze der Flügel im erwachsenen Zustand sicherlich aus einer Membran, nicht aber aus einem durchbrochenen Netzwerk.

Endlich hätten wir noch der besonderen Structurverhältnisse der bei den Dinophysiden zum Theil so ansehnlich entwickelten linken Flügelleiste zu gedenken. Schon früher besprachen wir die drei oder mehr charakteristischen Hauptrippen, welche als Stützen in diesen Flügel fast stets eintreten. Die sie verbindende zarte Flügelmembran scheint gewöhnlich ziemlich structurlos zu sein, dennoch lässt sich nicht selten erkennen, dass auch sie die netzige Structur der eigentlichen Hülle mehr oder minder deutlich zeigt. Entweder ist diese Netzstructur der der Hülle ganz ähnlich oder es bilden sich, indem die Maschen rechteckig werden und die einzelnen Feldchen sich hintereinander reihen, aus den aneinander gereihten Maschenleistchen secundäre Rippen, welche zwischen den Hauptrippen hinziehen und unter einander durch rechtwinklige Anastomosen verbunden sind. Recht eigenthümlich entfaltet sich das Netzwerk des Flügels bei gewissen Formen von Histioneis und erhellt besser aus der Abbildung (55, 6a) als aus einer Beschreibung.

Bei dem eigenthümlichen Ornithocercus gehen auch die peripheren Enden der Hauptrippen der Flügelleiste, ähnlich wie des Kopftrichters eine reichliche Verästelung ein, welche im erwachsenen Zustand zur Bildung maschig schwammigen Netzwerkes am Ende der Rippen führen kann, das sich auch seitlich aus der Flügelfläche erhebt und den Rippenenden je wie ein länglicher Knopf ansitzt.

Wir haben uns nun noch etwas spezieller mit der Porosität der Hüllen zu beschäftigen. Schon ältere Beobachter, wie Claparède und Lachmann, sahen die Poren bei Ceratium, gaben aber keine Erklärung des Bildes. Erst Bergh erwies die Porosität bei den marinen Ceratiumarten. Unter den übrigen, von ihm untersuchten Formen konnte er nur noch bei Prorocentrum die Poren constatiren. Neuere Forscher, wie Pouchet, Gourret und Klebs zogen die Richtigkeit dieser Beobachtung in Zweifel. Wie sich Klebs eigentlich zu der Frage stellt, scheint mir nicht recht klar. Bei zwei Formen (Glenodinium trochoideum und Exuviaella) spricht er in seiner zweiten Arbeit (44) selbst von Poren der Hülle; andererseits scheint er aber die Ansicht zu hegen, dass die von Bergh beschriebenen Poren der Ceratien nicht eigentlich solche seien, sondern „gewöhnliche runde, zarte Tüpfel". Auch bei Glenodinium obliquum Pouch. spricht er von Tüpfeln der Membran. Die neueren Erfahrungen der Botaniker scheinen nun aber dafür zu sprechen, dass die sogenannten Tüpfel der Zellhäute unter den Begriff der Poren fallen und damit würde sich wohl die Meinungsverschiedenheit zwischen Bergh und Klebs von selbst heben. Pouchet's Ansicht über die Poren ist so charakteristisch, dass ich dieselbe wörtlich anführen will. Indem er die Deutung Bergh's als übereilt bezeichnet, sagt er: „Der Eindruck, welchen sie (die Poren) auf das Auge machen, ist vielmehr der schwacher Erhebungen oder rundlicher, scharf begrenzter Depressionen." Soll diess nun heissen, dass die sog. Poren theils Erhebungen theils Depressionen seien oder gar, dass sie auf Pouchet gleichzeitig den Eindruck von Erhebungen und Depressionen machten? Für Gourret aber gelten die Poren der Ceratien, welche er als Punctuationen beschreibt, als „das Resultat einer Verschiedenheit in der Schalenmasse", also keineswegs für Poren. Leider finde ich bei Stein zwar gute Darstellungen der Poren auf den Abbildungen, jedoch kein Wort über seine Ansicht in dieser Streitfrage.

Ich glaube nun, dass ein einigermaassen geübter Mikroskopiker über die Porennatur der kleinen hellen Kreischen, welche in zahlloser Menge auf der Membran der marinen Ceratien zu bemerken sind, nicht lange im Zweifel sein kann; zum Ueberfluss hat denn Bergh auch Durchschnitte der Ceratienhülle gefertigt, welche erweisen, dass die Poren wirklich völlige Durchbrechungen der Membran bilden. Es ist aber unnöthig, sich diese Mühe zu machen, denn das aufmerksame Studium des optischen Durchschnittes der Membran von Ceratium Tripos lehrt das Gleiche in überzeugender Weise. Ich betone gleichzeitig, dass die Poren, wie zu

erwarten, auf der Innen- wie Aussenfläche der Membran gleich deutlich zu sehen sind, wodurch Pouchet's Ansicht hinfällig wird. Bergh betont ferner noch, dass namentlich die Färbung der Membran mit Chlorzinkjod oder Jod und Schwefelsäure beweisende Bilder liefere, indem die Poren dabei immer ungefärbt bleiben, demnach wirkliche Durchbrechungen seien. Wie gesagt, muss ich die Auffassung Bergh's nach eigenen Untersuchungen der Ceratien vollinhaltlich bestätigen. Ebenso sicher lässt sich aber auch bei Dinophysiden die Porosität der Membran nachweisen.

Eine andere Frage aber ist, wie weit sich die Porosität in der Gruppe verbreitet. Ein gesichertes Urtheil hierüber ist augenblicklich ein Ding der Unmöglichkeit; wenn ich aber einerseits bedenke, dass die jedenfalls sehr primitiven Prorocentrinen poröse Hüllen besitzen und sichere Beispiele aus den beiden anderen beschalten Familien vorliegen, so neige ich mich zu der Ansicht, dass hier eine ziemlich allgemeine Erscheinung der Dinoflagellatenhülle vorliegen wird. Ich glaube denn auch, auf Grund der Stein'schen Abbildungen und eigener Erfahrungen, die Porosität der Hülle noch bei vielen Formen behaupten zu müssen, wo sie seither nicht direct erwiesen war.

Für die Prorocentrinen kennen wir sie durch die Untersuchungen von Bergh und Klebs und auch auf den Abbildungen von Stein sind die Poren deutlich dargestellt. Sie sind hier sehr fein und bald gleichmässig und dicht, bald etwas mehr zerstreut und weniger dicht über die gesammte Hülle ausgebreitet. Bei Prorocentrum micans bilden sich nicht selten bogige Querreihen solcher Poren aus, welche nur auf einem Theil oder der gesammten Oberfläche der Schalenklappen entwickelt sein können. Am nächsten scheinen sich die Verhältnisse der Dinophysiden hier anzureihen. Bei diesen steht nämlich die Areolirung der Schalenoberfläche in inniger Beziehung zu den Poren; jedes vertiefte Feldchen der Oberfläche enthält auf seinem Grunde einen Porus, wovon ich mich bei Dinophysis acuta auf das deutlichste überzeugte (55, 3a), was aber auch auf nicht wenigen Figuren grösserer Dinophysiden bei Stein deutlich zu erkennen ist, wenn er auch nicht angibt, dass die Kreischen in der Mitte der Feldchen Poren seien. Ferner lassen die Stein-schen Abbildungen erkennen, dass auch die Membran der Querfurche (Stein's Gürtelband) gewöhnlich zwei randliche Porenreihen besitzt, was mit der gewöhnlichen Zusammensetzung dieser Membran aus zwei Reihen von Feldchen übereinstimmt.

Zwei entsprechende Porenreihen kehren aber auch an der Membran der Querfurche bei vielen Peridiniden deutlich wieder, was Bergh zuerst für die marinen Ceratien feststellte und wie es auch auf den Abbildungen Stein's gut zu erkennen ist. Stein's Zeichnungen lassen dasselbe auch bei einer Anzahl Peridiniden, bei Goniodoma und Gonyaulax nachweisen; für letztere Gattung kann ich die Existenz der Porenreihen

durch eigene Untersuchungen bestätigen. Wahrscheinlich wird sich aber diese Bildung bei genaueren Untersuchungen als noch verbreiteter herausstellen.

Etwas abweichend von den Verhältnissen der Dinophysiden ist die Anordnung der Poren auf der Hülle der Peridiniden. Wenn, wie dies bei Ceratium Tripos zuweilen der Fall ist, eine grossmaschige polygonale Felderung entwickelt ist, umschliesst jedes der Felder eine beträchtliche Anzahl von Poren; bei den übrigen marinen Ceratien vertheilen sich die Poren mehr oder weniger regelmässig, dichter oder weniger dicht, auf den von den welligen Verdickungsleistchen erzeugten unregelmässigen Feldchen. Auf den Hörnern nehmen sie an Zahl allmählich ab, lassen sich aber bis an die Enden derselben verfolgen (gegen Gourret und Bergh). Wenn die Reticulation der Oberfläche eine sehr enge ist wie bei Gonyaulax polyedra, die ich selbst untersuchte, finden sich die Poren nicht mehr in den Feldchen, sondern an den Knotenpunkten derselben und bilden gewissermaassen selbst kleine eingeschaltete Feldchen. Wahrscheinlich findet sich Aehnliches bei den feinnetzigen Arten der Gattungen Peridinium und Ceratium (Hirundinella und macroceros). Bestimmtes über deren Poren ist zwar bis jetzt nicht bekannt, doch vermuthe ich, dass sie nur ihrer Kleinheit wegen übersehen wurden. Ich halte mich zu dieser Vermuthung um so mehr berechtigt, als Stein bei einigen Peridiniden (globulus und Michaelis) wie auch bei der nahe verwandten Diplopsalis deutliche Poren zeichnet; dasselbe gilt von den Gattungen Blepharocysta und Podolampas. Bei den letzterwähnten Formen scheinen sie ziemlich zerstreut und meist nicht sehr dicht zu stehen. In der vorderen Körperhälfte von Podolampas (55,9) werden die Poren, nach Stein's Abbildungen zu urtheilen, ziemlich schief nach vorn die Schalenwand durchsetzen, so dass sie als dunklere Striche (Röhrchen) erscheinen. Sehr dicht und in ziemlich regelmässigen Längs- und Querreihen sind die Poren bei Goniodoma (52, 5) geordnet; auch bei Ceratocorys (54, 5) ordnen sie sich in dichte Querreihen, während bei Amphidoma und Oxytoxum mehr die Tendenz zur Bildung von Längsreihen zu herrschen scheint. Dass auch bei nicht weiter structurirten Schalen schon Poren entwickelt sein können geht aus der oben citirten Beobachtung von Klebs über die Poren der Hülle von Glenodinium obliquum hervor.

B e m e r k u n g über das W a c h s t h u m der S c h a l e n h ü l l e. Die eigenthümlichen Schalenhüllen der Dinoflagellaten mit ihren merkwürdigen Leisten und Fortsätzen erwecken natürlich das Verlangen, über die Vorgänge, die zu ihrer Bildung führen, etwas zu vernehmen. Leider ist aber hierüber bis jetzt nichts Genaueres bekannt. Ueber das Weiterwachsthum getäfelter Hüllen nach der Ausbildung der Tafeln wurde oben schon das wenige Bekannte hervorgehoben. Das Dickenwachsthum der Hülle scheint durch successive Ablagerung neuer Schalenmasse zu geschehen, denn die Durchschnitte der Hülle von Ceratium Tripos zeigen

eine deutliche zarte Schichtung (Bergh). Mancherlei augenblicklich nich zu lösende Schwierigkeiten treten aber auf, wenn man sich über das Wachsthum der Leisten und sonstigen Fortsätze der Hüllen Rechenschaft geben will. Wie geschieht es, dass in der soliden Flügelleiste der Dinophysiden, welche ausser directem Contact mit dem Körperplasma ist, nachträglich netzförmige Verdickungsleisten zur Entwicklung kommen, oder dass, wie es nach den Angaben von Stein sicher scheint, der freie Rand der ebenso soliden hinteren Randleiste der Querfurche bei Histioneis crateriformis nachträglich noch weiter wächst?

Man wird versucht, auf Grund solcher Erscheinungen an die Möglichkeit eines äusseren Wachsthums zu glauben, ja man könnte daran denken, die so verbreitete Porosität der Hüllen damit in Verbindung zu bringen. Ich muss mich jedoch begnügen, auf diese Fragen hingedeutet zu haben, deren Lösung von einem eingehenderen Studium der Hüllen zu erwarten ist.

6. Specielle Morphologie und Physiologie der Geisseln, sowie die Bewegungsvorgänge der Dinoflagellaten überhaupt.

Wir haben schon aus der historischen Einleitung erfahren, dass die Bewegungsorgane der Dinoflagellaten erst in neuester Zeit richtig erkannt wurden. Wir verdanken die wichtige Entdeckung, dass in der Querfurche kein Cilienkranz, sondern eine eigenthümliche Geissel vorhanden ist, den Bemühungen von Klebs. Obgleich die allmählichen Fortschritte hinsichtlich dieser Frage in dem geschichtlichen Ueberblick schon ziemlich eingehend verfolgt wurden, dürfte es doch angezeigt sein, noch etwas genauer auf die früheren Vorstellungen von der Cilienbekleidung des Dinoflagellatenkörpers einzugehen.

Dass die Angaben über die Cilien der Querfurche bei den Diniferen nicht ganz gesicherte waren, hätte man bei einer kritischen Vergleichung des hierüber von den verschiedenen Beobachtern Bemerkten vielleicht schon daraus entnehmen können, dass dieselben recht verschiedene Angaben über die Stellung der Cilien machten. Während Ehrenberg in seinen früheren Abhandlungen mehrfach von einem doppelten Wimperkranz der Querfurche sprach, berichtet er in seinem Hauptwerk nur im Allgemeinen von dem Wimperkranz und zeichnet auf den Abbildungen bald einen einfachen, bald einen doppelten. Im letzteren Fall zieht derselbe längs der beiden Leisten der Querfurche hin, im ersteren Fall bald längs der vorderen, bald längs der hinteren und zuweilen auch auf dem Grunde der Furche. Dieser, schon bei Ehrenberg bemerkbaren Unsicherheit begegnen wir auch bei den späteren Beobachtern. Zwar stimmen dieselben mit Ausnahme von Bergh ziemlich darin überein, dass nur ein Wimperkranz existire, sind aber über dessen Stellung uneinig. Carter und Stein verlegen denselben an den vorderen Rand der Querfurche und auch Gourret schliesst sich für die meisten Formen dieser Ansicht an. Claparède und Lachmann dagegen fanden den Wimperkranz stets an der hinteren Leiste der Querfurche. Pouchet war der Ansicht, dass der einfache oder doppelte Cilienkranz im Grunde der Furche verlaufe, doch will dies mit seiner gleich zu erwähnenden Vorstellung von der Art des Cilienaustritts aus der Schalenhülle nicht recht harmoniren. Auch Bergh glaubte, dass der einfache Cilienkranz bei Gymnodinium längs des Furchengrundes hinziehe; wenn sich aber zwei Säume fänden, wie bei den meisten Peridiniden, so entsprängen dieselben wahrscheinlich längs der beiden Furchenleisten. Ueber die genauere Stellung des nach ihm einfachen Saumes bei den Dinophysiden macht er keine Angaben.

Während die meisten Beobachter bis auf Klebs von deutlichen, kurzen Cilien der Querfurche sprachen, ähnlich denen der Ciliaten und dieselben auch auf ihren Abbildungen bestimmt wiedergaben, entwickelte Bergh wenigstens für die Diniferen, eine etwas andere Anschauung, wenngleich er bei den nackten Formen derselben die einzelnen Cilien ebenso bestimmt zeichnete wie die früheren Forscher. Er glaubte sich nämlich überzeugt zu haben, dass nicht ein oder zwei Kränze gesonderter Cilien, sondern ein oder zwei contractile Säume vorhanden seien, deren freier Rand sich in regelmässigen geringen Abständen in mehr oder weniger lange Spitzen erhebe, („Cilien entsprechend“, wie er sich ausdrückt). Jedenfalls hatten ihn seine Beobachtungen darüber belehrt, dass es sich nicht um gesonderte Cilien handle, doch gelangte er noch nicht zu einer genügenden Erkenntniss der Verhältnisse. Die gleiche Unsicherheit verrieth sich auch in den Vorstellungen der verschiedenen Beobachter über die Art, wie diese Cilien bei den beschalten Formen mit dem Plasma des Weichkörpers in Verbindung ständen. Stein und Gourret machten sich die Sache zwar leicht, indem sie die Cilien einfach aus der Schalensubstanz ihren Ursprung nehmen liessen. Stein drückt sich so aus: „sie seien appendiculäre Organe des Panzers, könnten jedoch darum immerhin im Weichkörper wurzeln“ (1878 p. 91). Auch die Längsfurchengeissel (Ceratium tetraceros) liess er wenigstens 1878 noch „in der Schalensubstanz wurzeln.“

Nur bei Bergh und Pouchet finden wir bestimmte Aeusserungen über den Zusammenhang der Cilien, resp. der contract. Säume, mit dem Weichkörper. Ersterer hat die Vorstellung, dass sich bei den Peridiniden längs den Leisten der Querfurche je eine feine Spalte in der Schalensubstanz hinziehen müsse. Letzterer hingegen nahm an, dass die Querfurche von einem besonderen Band von Schalensubstanz ausgekleidet werde, welches nur an einigen Punkten mit den Leisten der Furche in Verbindung stünde, eine Auffassung, welche also der von Bergh recht ähnlich ist. Beide stimmen darin überein, dass die Poren der Querfurche nicht für den Austritt der Cilien bestimmt seien, Pouchet speciell desshalb, weil er die Deutung derselben als Poren bestreitet.

Aus unserer früheren Schilderung der Schalenhülle geht schon hervor, dass wir das Vorhandensein solcher Spalten nicht zugestehen können. Wir erblicken überhaupt in dem Mangel an Einrichtungen zum Durchtritt eines undulirenden Saumes einen weiteren Beweis für die Richtigkeit der Klebs'schen Auffassung der Querfurchengeissel, da sich, im Hinblick auf ihre zuweilen bandförmige Gestalt, die Möglichkeit, dass es sich um einen abgelösten undulirenden Saum handeln könne, noch discutiren liesse.

Ganz kurz sei hier nochmals erwähnt, dass Allman (18) seiner Zeit ein Peridinium beobachtet haben wollte, welches ein gleichmässiges Wimperkleid auf der ganzen Oberfläche besitze, dessen Querfurche dagegen keine Cilien aufweise. Ich habe schon bei früherer Gelegenheit (46) bemerkt, dass ich diese Beobachtung unmöglich für begründet halten kann und sie mir nicht anders zu erklären vermag, als dass Allman ein Peridinium mit berstiger Schalenhülle beobachtete, deren Bersten er Cilien gleich setzte — ein ähnliches Verfahren, wie es bekanntlich Ehrenberg für seine Gattungen Chaetoglena und Chaetophlya und Kent noch in neuester Zeit für die Gattung Mallomonas einschlug.

Von der angeblichen Cilienbekleidung der Prorocentrinen hat eigentlich nur Bergh eine genauere Darstellung gegeben, indem Claparède und Lachmann, welche dieselbe zuerst entdeckt haben wollten, auf ihren Abbildungen nichts davon andeuteten. Die Cilien sollten nach Bergh etwa das vordere Körperviertel bis Drittel in einer medianen Längsreihe überziehen, zwischen den beiden Schalenklappen hervortretend. Dass diese Beobachtung nicht begründet ist, dürfte aus den Ergebnissen von Stein, Cienkowsky und Klebs an dieser und der verwandten Gattung Exuviaella wohl sicher folgen. Auch hier ist es eine zweite eigenthümlich verlaufende Geissel, der Querfurchengeissel der Diniferen sicher entsprechend, die zu der Täuschung Veranlassung gab.

Von früher ist es uns bekannt, dass die Geisseln bei den beiden Unterabtheilungen der Dinoflagellaten in sehr verschiedener Weise inserirt sind und dass sie in ihrem Verlauf und ihrer Functionirung stets die

charakteristischen Unterschiede zeigen, welche für die Abtheilung überhaupt bezeichnend sind.

Die Längsgeissel besitzt stets den Bau einer einfachen Geissel, ist daher ein bis an's Ende gleich dicker Faden, an welchem keine besonderen Structurverhältnisse beobachtet wurden. Bei den Proroeentrinen ist sie nach vorn gerichtet, bei den übrigen Dinoflagellaten bekanntlich nach hinten, indem sie durch die Längsfurche hinzieht und über das Hinterende frei hervorragt, wenn sie die genügende Länge besitzt. Ihre Länge im gestreckten Zustand erscheint im Verhältniss zur Körperlänge etwas verschieden. Bei den nicht sehr langgestreckten Formen schwankt sie etwa zwischen der einfachen und doppelten Körperlänge; bei sehr langgestreckten, wie gewissen Ceratien, kann sie dagegen nicht unbeträchtlich hinter der Körperlänge zurückbleiben.

Von verschiedenen Beobachtern wurde berichtet, dass sowohl bei Ceratium tetraceros (cornutum) wie bei Ceratium Tripos zuweilen zwei Längsgeisseln statt der einfachen zu finden seien. Für die erstgenannte Form bemerkten dies schon Claparède und Lachmann, welche sich auf das Zeugniss von Lieberkühn beriefen. Auf den prächtigen Originalabbildungen des letzteren Forschers, die mir durch seine Güte zugänglich waren, ist die zweite Geissel denn auch deutlich wiedergegeben. Für Cer. Tripos machte zuerst Bergh auf eine gelegentliche Verdoppelung der Längsgeissel aufmerksam.

Man könnte nun diese Beobachtungen, welche aus einer Zeit stammen, wo die Geissel der Querfurche noch unbekannt war, wohl mit Klebs für zweifelhaft halten, da die zweite Geissel eventuell die Quergeissel gewesen sein könnte, welche speciell bei den Ceratien zuweilen aus der Querfurche hervorzutreten scheint. Da nun aber Bütschli (46) bei Cer. Tripos gelegentlich neben der Quergeissel zwei deutliche Längsgeisseln auffand, so scheint die Angabe der früheren Beobachter doch gerechtfertigt.

Die Quergeissel scheint bei einem Theil der Formen den Bau einer einfachen Geissel zu besitzen, vielleicht ist dieses Verhalten sogar das gewöhnliche. In einigen Fällen aber wurde constatirt, dass ihr Bau von dem gewöhnlicher Geisseln beträchtlich abweicht. Zunächst war es Klebs (36), welcher darauf aufmerksam machte, dass die Geissel bei Peridinium tabulatum nicht ein einfacher cylindrischer Faden, sondern „ein schraubig gewundenes Band sei, welches gegen das Ende sich fadenartig verschmälere". Auch für Ceratium cornutum glaubt er ein ähnliches Verhalten festgestellt zu haben. Dann konnte Bütschli (46) die bandförmige Beschaffenheit der Geissel bei Peridinium divergens beobachten. Schraubenförmig gewunden erschien zwar das gar nicht so schmale Geisselband hier nicht (52, 9a; fg), vielmehr war es selbst eigentlich nicht gewunden, sondern nur sein einer Rand in viele schlingenförmige Biegungen gelegt. Auch Daday (45a) hat jüngst bei Amphidinium operculatum die Quergeissel beobachtet, über die er berichtet, „dass sie spiralig gewunden sei und einen undulirenden Saum besitze, dessen Schwingungen die vermeintlichen Cilien vortäuschen"; auch scheint Spengel nach der Mit-

theilung von Bergh die bandförmige Beschaffenheit der Quergeissel bei derselben Art schon beobachtet zu haben. Jedenfalls geht aus diesen Bemerkungen hervor, dass die Quergeissel zuweilen eine Bandform hat; leider lässt sich aber zur Zeit gar nicht absehen, welche Verbreitung dieses Verhalten unter den Dinoflagellaten besitzt. Bütschli vermochte bei Peridinium divergens gleichzeitig noch zu beobachten, dass das Plasma des Geisselbandes eine fein-netzförmige Structur zeigt.

Der Verlauf der Quergeissel wird bei den Diniferen im Allgemeinen durch den der Querfurche gegeben. Entsprechend ihrem gewöhnlichen Ursprunge an dem linken ventralen Ende der Querfurche, zieht sie von hier über die linke Seite auf den Rücken und kehrt über die rechte wieder auf die Ventralfläche zurück, um sich, wie es scheint, gewöhnlich bis zu dem rechten Ende der Querfurche zu begeben.

Ob letzteres stets der Fall ist, erscheint zur Zeit noch etwas unsicher; da jedoch die früheren Beobachter die Cilienbekleidung stets in der ganzen Furche zeichnen, also die Geisselbewegung in der Gesammtausdehnung derselben gesehen haben, so spricht vieles dafür, dass ein völliger Umlauf der Quergeissel Regel ist.

Bei den furchenlosen Prorocentrinen nimmt die Quergeissel, soweit dies bis jetzt bekannt ist, nichtsdestoweniger einen nahezu queren Verlauf zur Körperaxe, umzieht aber den Körper selbst nicht, sondern den basalen Theil der nach vorn gerichteten Längsgeissel. Bei Exuviaella wenigstens ist dieser Umlauf der Quergeissel nach der Darstellung von Klebs (44) recht kenntlich. Bei Prorocentrum, wo diese Geissel allein von Stein bis jetzt beobachtet wurde, scheint sich ihr Ende längs der Rückseite nach hinten zu erstrecken, was auch in gewissem Sinne mit der Angabe Bergh's übereinstimmt: dass die Cilien auf der Rückseite (nach Bergh Bauchseite) weiter nach hinten reichten wie auf der Bauchseite.

In morphologischer Hinsicht wäre es von besonderem Interesse, die Art des Umlaufes der Quergeissel um die Basis der Längsgeissel bei den Prorocentrinen zu kennen, da daraus wohl für die Orientirung derselben, im Vergleich mit den Diniferen, Wichtiges zu folgern wäre.

Bewegungsverhältnisse der Geisseln. Das Wenige, was wir hierüber kennen, beschränkt sich hauptsächlich auf die Verschiedenheit der Bewegungen der beiden Geisselarten. Die Längsgeissel scheint bezüglich ihrer Bewegungen in mancher Hinsicht an die Schleppgeissel der Heteromastigoden zu erinnern und spielt auch bei den Bewegungen der Dinoflagellaten wahrscheinlich eine ähnliche Rolle wie letztere bei der genannten Flagellatenabtheilung. Zunächst scheint die Geissel auch bei den sich bewegenden Wesen nicht selten im gestreckten Zustande getragen zu werden (Joseph, Bütschli) oder doch nur recht schwache Bewegungen auszuführen. Sie besitzt weiter, wie dies wenigstens für die Ceratien festgestellt wurde, energisches Contractionsvermögen, indem sie sich plötzlich verkürzen und schraubig zusammenziehen kann. Schon

Claparède und Lachmann machten auf diese Erscheinung aufmerksam und fanden auch schon, dass die Geissel der Ceratien bei der Contraction völlig in den Geisselspalt zurückgezogen werden kann. Bergh, Pouchet, Gourret und Klebs bestätigten dies, nur scheint Gourret seltsamer Weise zu glauben, dass die Geissel bei der Contraction völlig eingezogen werde, da er sie dann nicht mehr aufzufinden vermochte.

Speciell für die Ceratien wird jedoch auch von energischen schwingenden Bewegungen der Längsgeissel berichtet, während wir von den übrigen Formen kaum etwas sicheres hierüber erfahren haben. Obgleich die Beobachter nicht besonders dabei verweilen, scheint es mir doch zweifellos zu sein, dass die Längsgeissel auch peitschenartige Bewegungen ausführen kann. Zuweilen aber geräth sie in lebhafte Vibrationen, wobei, nach den Untersuchungen von Pouchet und Klebs, der proximale, in der Geisselspalte verlaufende Theil in Ruhe bleiben soll. Pouchet vergleicht die lebhaft vibrirende Geissel mit einem schwingenden Eisenstab, spricht jedoch auch von achterförmigen Bewegungen derselben. Nicht unwichtig scheint mir die Angabe von Gourret, dass die bewegte Geissel einen Kegelmantel beschreibe. Jedenfalls haben wir ihre Bewegungen, nach den schon bei Gelegenheit der Flagellaten mitgetheilten Erörterungen, als schraubenförmige zu betrachten.

Die Bewegungen der Quergeissel scheinen recht einförmig zu sein, indem andauernd kurze Wellen von ihrer Basis nach dem Ende hinziehen, wodurch der Eindruck einer Reihe auf- und abschwingender Cilien hervorgerufen wird, wie leicht begreiflich ist. Dass die Wellenbewegung stets von der Basis nach dem Ende der Geissel fortschreitet, folgt namentlich aus der sehr bestimmten Angabe Bergh's, dass die Bewegung in der Querfurche immer von der linken Bauchseite über den Rücken nach der rechten Seite geschehe. Bei Amphidinium operculatum sah Klebs (44) die Wellen „abwechselnd schneller und langsamer" über die Geissel hinlaufen. Ob die Quergeissel auch zuweilen ruht und welche Form sie dann hat, scheint mir zur Zeit noch etwas unsicher. Klebs fand bei den von ihm gefundenen Ceratien gewöhnlich „vollkommene Ruhe in der Querfurche"; es ist jedoch nicht ganz sicher, woher dies kam.

Gewöhnlich scheint die Wellenbewegung über die ganze Geissel fortzuschreiten; Pouchet gibt aber an, dass manchmal in einem Theil der Furche Ruhe zu herrschen scheine, was übrigens auch darauf beruhen kann, dass sich die Geissel unter Umständen nicht mehr durch die ganze Furche erstreckt.

Besondere Einwirkungen bewirken auch stärkere Contractionen der Quergeissel und können ein Hervortreten derselben aus der Querfurche veranlassen. So fand Klebs, dass bei Amphidinium neben der Wellenbewegung auch eine schwache Peitschenbewegung der Geissel zu beobachten war, indem sich dieselbe bald enger an den Körper anlegte,

bald etwas weiter von demselben abstand. Hervorschleuderung der Geissel aus der Querfurche wurde im lebenden Zustande bis jetzt noch nicht sicher beobachtet, tritt jedoch bei der Abtödtung der Diniferen mit verschiedenen Reagentien (Chromsäure, Chromosmiumsäure, Chlorzink-Jod) häufig ein und führte Klebs zuerst zur Entdeckung der Geissel. Dieses Hervorschleudern ist ohne Zweifel auf eine letzte heftige Contraction vor dem Eintritt des Todes zurückzuführen.

Nach einigen Beobachtungen von Klebs an Ceratium Tripos scheint es aber nicht unmöglich, dass die Geissel zuweilen auch im Leben und, wie Klebs vermuthet, unter ungünstigen Umständen, hervorgeschleudert wird; sie lagert dann im Bauchausschnitt.

Die Bewegungserscheinungen der Dinoflagellaten reihen sich, ihrer allgemeinen Erscheinung nach, innig an die der Flagellaten an. Während wir aber bei den letzteren fast ausnahmslos nur Vorwärtsbewegung in einer bestimmten, durch die allgemeine Morphologie des Körpers bezeichneten Richtung fanden, sind nach den Mittheilungen der verschiedenen Beobachter zahlreiche Dinoflagellaten befähigt, sich abwechselnd mit dem vorderen und hinteren Ende vorwärtszubewegen. Die Prorocentrinen zwar scheinen in dieser wie in anderen Hinsichten noch mit den eigentlichen Flagellaten übereinzustimmen, da bei ihnen nur Vorwärtsbewegung bekannt ist. Auch die Diniferen scheinen gewöhnlich, oder doch häufiger diese Bewegungsrichtung einzuschlagen und bei gewissen Formen, wie Glenodinium cinctum (Bütschli), gewissen Gymnodinien (Bergh), Polykrikos (Bergh) und anderen, scheint dieselbe ausschliesslich vorzukommen. Andere können sich gelegentlich, jedoch selten, auch rückwärts bewegen, wie die Ceratien; nur bei der Gattung Protoceratium Bergh (= Clathrocystis Stein) gibt Bergh „abwechselnde" Bewegung nach vorn und hinten an, es scheint also hier keine der beiden Richtungen bevorzugt zu werden.*)

Wie bei den Flagellaten und ähnlich gebauten Organismen ist die Bewegung fast immer mit Rotation um die Längsaxe verbunden. Von Diplopsalis, dessen Bewegungen nach Bergh überhaupt recht unregelmässig sein sollen, berichtet letzterer, dass gelegentlich auch Rotation um eine Queraxe statthaben könne. Ueber die Richtung der Rotation ist fast nichts bekannt, doch konnte Bütschli (46) bei Glenodinium cinctum feststellen, dass, anders wie bei den Flagellaten gewöhnlich, ein häufiger Wechsel in der Rotationseinrichtung vorkommt. Nach Pouchet soll der Körper des Peridinium divergens bei der Rotation einen Kegelmantel beschreiben, dessen Spitze das Vorderende des Peridinium bilde, und bei Dinophysis acuta beobachtete Bergh gelegentlich Rotation um einen ausserhalb des Körpers gelegenen Punkt, ein Verhalten, wie es bekanntlich auch bei Flagellaten vorkommt.

*) Dasselbe berichtete Pouchet (48. p. 47) kürzlich von einem langgestreckten marinen Gymnodinium.

Die Bewegung ist entweder eine stetige, nur von kurzen Ruhepausen an Hindernissen etc. unterbrochene, oder eine unregelmässigere. Wie erwähnt soll sich nach Bergh namentlich Diplopsalis durch solche Unregelmässigkeiten auszeichnen auch Glenodinium Warmingii sich ähnlich verhalten. Bei einigen Formen beobachtete Bergh auch ruckweise Bewegungen, so bei Gymnodinium gracile und „kleine" Bewegungen dieser Art gelegentlich auch bei Dinophysis acuta.

Wenn auch die Vorwärtsbewegung gewöhnlich mit Rotation verbunden ist, so scheint dies doch nicht immer der Fall zu sein. Bergh bemerkt für die Ceratien, dass eine Rotation „sehr oft" während der Bewegung vorkomme und auch Pouchet findet, dass man die Dinoflagellaten bald rotirend, bald nicht rotirend sich bewegen sehe. Ich möchte vermuthen, dass eine Rotation dann fehle, wenn die Bewegungen auf einer Unterlage, nicht frei erfolgen.

Noch ist die Frage kaum discutirt worden, welchen Antheil die beiden verschiedenen Geisseln an der Bewegung nehmen und welche verschiedenen Aufgaben denselben wohl zukommen. Stein sprach 1878 (28) die Vermuthung aus, dass nur die Längsgeissel der Bewegung diene, die angeblichen Wimpern der Querfurche dagegen der adoralen Spirale der Ciliaten zu vergleichen seien und einen „Nahrungsstrom" dem Munde, den Stein überall annimmt, zuzuführen hätten. Wenn wir nun auch nicht in Abrede stellen wollen, dass die Geisseln möglicherweise bei der Nahrungsaufnahme der wenigen Formen, welche animalisch leben, mitwirken können, so erachte ich die Ansicht Stein's doch für unbegründet. Ich glaube im Gegentheil, dass die Geissel der Querfurche an der Bewegung lebhaft Antheil nimmt und stimme hierin mit Pouchet überein, welcher diese Anschauung gegenüber Bergh vertheidigen zu müssen glaubte; doch hat sich Bergh nirgends über die vorzugsweise Betheiligung der einen oder der anderen Geissel an der Bewegung ausgesprochen, scheint vielmehr die Ansicht zu vertreten, dass sie sich hierbei beide gleichmässig bethätigen, da er sie stets gemeinsam unter der Aufschrift „Bewegungsapparat" beschreibt. Ich stütze mich bei meiner Vermuthung auf die Thatsache, dass man die hintere Geissel bei lebhafter Bewegung nicht selten in Ruhe findet, dass sie demnach in solchen Fällen nicht die Bewegung verursachen kann. Ohne daher in Abrede zu stellen, dass sie unter Umständen auch activen Antheil an der fortschreitenden Bewegung nehme, möchte ich doch vermuthen, dass sie gewöhnlich mehr nach Art der Schleppgeissel der Heteromastigoden wirkt, also hauptsächlich die Richtung der Bewegung und ihre Aenderung beeinflusst. Auch Joseph bemerkte schon, dass die Längsgeissel seines Peridinium stygium hauptsächlich als „Steuer" zu dienen scheine.

Wenn wir, auf Grund der schon bei den Flagellaten entwickelten theoretischen Anschauungen (s. p. 854—57), die Möglichkeit der Bewegungen der Dinoflagellaten mit Hülfe der Querfurchengeissel unter-

suchen, so werden wir finden, dass diese wohl allein durch dieselbe zu Stande kommen können. Bei Vorhandensein einer, wie es sich bei den Dinoflagellaten findet, um den Körper herum laufenden und in fortdauernden schraubenförmigen Bewegungen befindlichen Geissel, wird zu der Vor- resp. Rückwärtsbewegung nicht wie bei den Flagellaten die längs der Schraubenaxe gerichtete Componente des Wasserwiderstandes (s. die Fig. auf p. 857), sondern die senkrecht dazu einsetzende zur Vor- resp. Rückwärtsbewegung verwerthet werden. Wir können uns mit Hülfe dieser einen Geissel sowohl die Vorwärts- wie Rückwärtsbewegungen erklären und bei beiderlei Bewegungsformen die Rotation in den beiden verschiedenen Richtungen, wenn wir die 4 verschiedenen Fälle in Betracht ziehen: dass die Geissel eine rechts oder linksgewundene Schraube bilden kann und dass diese jedesmal wieder in den beiden entgegengesetzten Richtungen rotiren kann.

Es wird später genauer zu betrachten sein, dass auch die Dinoflagellaten wie andere Mastigophoren nicht selten unter Verlust ihrer Geisseln in den ruhenden Zustand übergehen und dabei die Geisseln gewöhnlich abgeworfen werden. Hier sei nur auf eine Eigenthümlichkeit aufmerksam gemacht, welche die abgestossene Querfurchengeissel des Glenodinium cinctum nach den Beobachtungen Bütschli's (46) zeigt. Nachdem ein solches Glenodinium seine Bewegungen allmählich eingestellt hat, rollt sich in der Gegend der Querfurche plötzlich eine Geissel zu einem korkzieherartigen, engen Gewinde dicht auf und wird, indem sie auf diese Weise natürlich über den Rand des Wesens stark verspringt, deutlich sichtbar. Kurz darauf löst sie sich plötzlich ab und beginnt nun gleich, oder erst nach einigen Secunden, sich lebhaft flatternd umher zu bewegen, wobei sie jedoch fortdauernd im aufgerollten Zustand verweilt. Nach etwa einer Minute kommt sie dann zur Ruhe und stirbt definitiv ab. Wenngleich nicht mit absoluter Bestimmtheit, konnte es Bütschli doch recht wahrscheinlich machen, dass diese Geissel die Quergeissel sei, indem er zuvor die Ablösung der Längsgeissel gelegentlich beobachtet zu haben glaubte; letztere rollte sich hierbei nicht auf. Auch Klebs (44) berichtet, dass die Quergeissel der Dinoflagellaten sehr empfindlich ist und leicht zu Grunde gehe, „indem knötchenartige Anschwellungen entstehen, die sich rasch vergrössern, schliesslich sich trennen, rasch verquellend.“ Mir ist diese Schilderung nicht ganz verständlich.

8. Der Bau des übrigen Weichkörpers der Dinoflagellaten.

A. Allgemeines über das Plasma und dessen Differenzirung in Regionen

Auch das Plasma der Dinoflagellaten zeigt die in neuerer Zeit so häufig beobachtete, netzige Structur (54, 8a), doch fehlen zur Stunde bei unserer Gruppe noch genauere Untersuchungen über diese Verhältnisse.

Die Differenzirung einer deutlichen peripherischen Ectoplasmaschichte scheint nach meiner Auffassung höchstens bei einigen nackten Formen vorzukommen. Bergh ist zwar der Ansicht, dass sich ein Ecto-

plasma unter den Dinoflagellaten allgemein finde, bei den Umhüllten aber ganz structurlos und homogen sei. Zu dieser Annahme gelangte er aber, wie es scheint, nur durch die irrthümliche Vorstellung, dass der so häufige braune Farbstoff in dem Entoplasma diffus verbreitet sei. Das, was er bei den mit Chromatophoren versehenen Formen Ectoplasma nennt, ist nämlich weiter nichts wie die äusserste, dünne Plasmaschichte des Körpers, welche die darunter befindliche Chromatophorenlage überzieht und die sich von dem übrigen Plasma in keiner Weise durch besondere Eigenthümlichkeiten unterscheidet, desshalb auch nicht wohl als ein Ectoplasma betrachtet werden kann.

Ungefähr dieselben Ansichten, nur etwas unklarer, entwickelt auch Gourret. Er unterscheidet gleichfalls ein gelbes und körniges Centralplasma und ein hyalines farbloses äusseres. Auch spricht er gelegentlich von einem zwischen diesen beiden gelegenen contractilen Plasma. Wie in vielen anderen Punkten tritt eben auch hier die Schwäche dieser Arbeit hervor, die kaum über Ehrenberg fortgeschritten ist. — Auch von dem feinen vacuolären Ectoplasma, welches Blanc (45) bei dem Ceratium Hirundinella beobachtet haben will, vermag ich auf seinen Abbildungen nichts zu erkennen.

Etwas anders scheinen die Verhältnisse bei einigen nackten Formen der Gattungen Gymnodinium und Polykrikos zu liegen. Bei diesen schildert Bergh ein ziemlich dickes farbloses Ectoplasma, welches sich namentlich bei Gymn. gracile (51, 4) und Polykrikos Auricularia (55, 8a) scharf von dem hier röthlich gefärbten Entoplasma unterscheide, auch scheint er genügende Gründe anzuführen, um diese äussere Schicht von einer etwaigen Hülle zu unterscheiden. Immerhin scheint dies noch nicht absolut sicher, da wir durch Klebs die gelegentliche Abscheidung einer ziemlich dicken gallertartigen Umhüllung bei Gymnodinium fuscum kennen gelernt haben. Nur bei Gymn. gracile tritt übrigens auf den Abbildungen Bergh's die Grenze dieses Ectoplasmas gegen das Entoplasma deutlich hervor, bei Gymn. spirale, wo sie gleichfalls angegeben wird, ist davon nichts zu erkennen. Bei letzterer Form findet sich aber eine andere Eigenthümlichkeit dieser äussersten Plasmaschichte. Während dieselbe bei Gymn. gracile eine unregelmässig faltige bis runzelige äussere Oberfläche besitzt, erscheint sie bei der erstgenannten Form deutlich längsstreifig, in einer Weise, welche an die sogen. Muskelstreifen des Ciliaten-Ectoplasmas erinnert. Es sind schmälere körnige Streifen, welche mit breiteren homogenen abwechseln. Nach Bergh soll diese Streifenbildung ihren Sitz in einer tieferen Schichte des Ectoplasmas haben, doch lässt die Abbildung davon nichts wahrnehmen. Da sich nun gerade dieses Gymnodinium durch ein recht entwickeltes Contractionsvermögen auszeichnet, so erscheint die Deutung Bergh's wohl gerechtfertigt; dennoch dürfte im Hinblick auf die Cuticularstreifungen der Flagellaten noch einige Vorsicht geboten sein. Bei seinem Gymnodinium Archimedis erwähnt schliesslich Pouchet eine Art von Integument, das granulirt sei und kleine zerstreute Bläschen (Vacuolen?) aufweise. Auf der Skizze zeichnet er eine radiär gestrichelte äussere Schichte, welche wohl dieses Integument vorstellt (51, 9). Wahrscheinlich muss dasselbe gleichfalls

in die Kategorie der ectoplasmatischen Differenzirungen gerechnet werden.*)

Wie eben bemerkt wurde, zeigt das Entoplasma, resp. das Plasma überhaupt, bei gewissen Formen eine röthliche Farbe, erscheint dann gewöhnlich rosafarbig. Es scheint, dass eine solche Färbung nur bei chromatophorenlosen Formen oder Varietäten vorkommt und auch bei diesen nicht constant ist. Beobachtet wurde sie zuerst von Schmarda bei seinem Glenodinium roseolum (vielleicht ein Gymnodinium), findet sich weiter bei einigen marinen Gymnodinien (gracile Bergh und Archimedis Pouchet, zuweilen auch spirale nach Pouchet), ferner bei Polykrikos von Bergh und Pouchet, während die von Bütschli beschriebene Polykrikosform keine solche Färbung besass. Auch das Plasma der Diplopsalis lenticula zeigt einen röthlichen Ton und ebenso verhält sich nach Bergh und Pouchet meist auch Peridinium divergens. Nach den Angaben des Letzteren scheint auch bei den marinen Gymnodinien diese Färbung nicht constant zu sein.

Nach den vorliegenden Angaben muss man annehmen, dass die geschilderte Pigmentirung eine diffuse ist; immerhin bedarf dies noch bestimmterer Feststellung; auch fehlt zur Zeit jeder Anhalt zur Beurtheilung der möglichen physiologischen Bedeutung dieser Erscheinung.

B. Inhaltskörper des Plasmas.

a. Die Chromatophoren. Nicht nur hinsichtlich der Verbreitung dieser physiologisch so wichtigen Einschlüsse, sondern auch bezüglich ihrer allgemeinen Bildung herrscht eine recht grosse Uebereinstimmung zwischen Flagellaten und Dinoflagellaten. Die Mehrzahl der letzteren führt Chromatophoren und ernährt sich daher im wesentlichen in holophytischer Weise. Ihre grosse Verbreitung ergibt sich leicht daraus, dass eigentlich nur eine Gattung bekannt ist, welcher die Chromatophoren dauernd zu fehlen scheinen, Polykrikos nämlich. Zwar soll auch Diplopsalis nach Bergh derselben immer entbehren; bei ihrer nahen Verwandtschaft mit gefärbten Formen, scheint mir aber wohl möglich, dass noch eine gefärbte Varietät derselben zur Beobachtung kommen mag. In verschiedenen Gattungen sind ferner einzelne Arten chromatophorenfrei, so nach Bergh die marinen Gymnodinien G. spirale und gracile (bei letzterer Art will Pouchet aber gelegentlich auch Chromatophoren beobachtet haben), die Süsswasserform G Vorticella nach Stein und das sog. Glenodinium pulvisculus (Ehrb.) St. Auch bei je einer Art der Gattungen Peridinium (Protoperidinium pellucidum Bergh = Peridinium tristylum Stein) und Dinophysis fand Bergh nie Chromatophoren.

Wie bei den Flagellaten bemerkt man nicht selten, dass die in der Regel gefärbten Arten auch gelegentlich farblos vorkommen. Bei den marinen Ceratien wurde dies nicht selten beobachtet; ebenso bei

*) In seiner neueren Arbeit (48a, p. 67) schildert Pouchet ferner eine solche radiär gestrichelte Ectoplasmaschichte bei seinem Gymnodinium crassum und vergleicht sie der sog. Myophanschicht der Ciliaten. Der radiär fasrige Bau entspricht denn auch dem des Ectoplasmas vieler Ciliaten, findet sich jedoch auch, wie früher erwähnt, schon bei gewissen Flagellaten.

gewissen Peridinien, und das häufige Peridinium divergens scheint sogar gewöhnlich chromatophorenfrei zu sein, enthält aber nach Pouchet doch zuweilen solche.

Recht mannichfaltig ist die Färbung der Chromatophoren; im Allgemeinen finden sich dieselben Nuancen, welche auch bei den Flagellaten schon verzeichnet wurden. Häufiger sind die braunen Töne, von Gelblichbraun bis mehr oder weniger tief Braun und Braungrün. Es scheint, dass wenigstens die marinen Formen ausschliesslich gelbe bis braune Farben aufweisen, während bei den Süsswasserformen auch eine mehr oder weniger reichliche Beimischung von Grün, sogar reines Grün auftreten kann. Klebs wollte überhaupt in Abrede stellen, dass sich grüne Chromatophoren in unserer Gruppe finden, dies lässt sich aber angesichts der bestimmten Angaben und Abbildungen älterer und neuerer Forscher nicht aufrecht erhalten. Ob zwar der Farbstoff der Chromatophoren zuweilen reines Chlorophyll ist, scheint auch mir zweifelhaft; es wird sich eben wohl immer um ein Gemisch von Chlorophyll und Diatomin handeln, aber in sehr wechselnden Verhältnissen.

Bergh entwickelte die eigenthümliche Ansicht, dass Chlorophyll und Diatomin bei den Dinoflagellaten gesondert vorhanden seien; der letztere Farbstoff sollte diffus im Plasma verbreitet,*) der erstere demselben in Form von Körnern eingelagert sein. Die Unhaltbarkeit dieser Ansicht hat schon Klebs genügend dargelegt. Wie bei den Flagellaten sind eben auch hier die beiden Farbstoffe immer zusammen in geformten Chromatophoren vereinigt und der Irrthum Bergh's kann sich nur dadurch erklären, dass er die nach Alkoholbehandlung auftretende reine Chlorophyllfärbung deutlicher an geformte Bestandtheile gebunden sah, wie die ursprüngliche Farbe.

Wie in der Färbung findet sich auch in der Gestalt und Lage der Chromatophoren viel Uebereinstimmung mit den Flagellaten, doch scheinen noch häufiger wie bei den letzteren Verschiedenheiten bei einer und derselben Art vorzukommen. Gewöhnlich liegen auch hier die Chromatophoren peripherisch, dicht unter der Oberfläche, und reichen nur bei wenigen Formen bis gegen das Centrum. Wir werden aber später finden, dass sie unter gewissen Lebensverhältnissen aus ihrer peripherischen Lage in eine mehr centrale übergehen können.

Zwei grosse, dünne Chromatophorenplatten, welche je eine Seite des comprimirten Körpers einnehmen, finden wir bei der zu den Prorocentrinen gehörigen Gattung Exuviaella (51, 2c; chr) und erblicken darin wiederum eine charakteristische Annäherung an die Cryptomonadinen, wo das Gleiche früher geschildert wurde. Gleichzeitig scheinen diese Chromatophoren die einzigen zu sein, bei welchen das Vorkommen eines Pyrenoids wenigstens wahrscheinlich wurde. Der Mitte der Aussen-

*) Auch Pouchet (48. p. 35) hält noch daran fest, dass das Diatomin sich auch zuweilen gelöst im Plasma finde. Reines Chlorophyll finde sich bei dem sogenannten Protoperidinium viride.

fläche jeder Platte liegt nämlich eine uhrglasförmig gewölbte, dünne Amylonscheibe auf; es lässt sich desshalb hier ein Pyrenoid vermuthen, welches dem der Chromatophoren mancher Euglenen nicht unähnlich wäre.

Bei den übrigen Dinoflagellaten begegnen wir gewöhnlich zahlreichen kleineren Chromatophoren, doch scheint die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass auch bei manchen zu gewissen Zeiten grössere vorhanden sind, welche sich später in zahlreichere kleinere zertheilen.

Etwas besondere Verhältnisse weist jedenfalls die interessante, aber leider nicht genügend studirte Gattung Pyrophacus auf, die nach Stein's Abbildungen wahrscheinlich ein central gelegenes, einheitliches grosses Chromatophor enthält, von welchem sich zahlreiche strahlenförmig angeordnete und z. Th. verzweigte Ausläufer allseitig bis unter die Oberfläche erstrecken (54, 3c). Ein entsprechend gebautes Chromatophor findet sich nach Bergh wahrscheinlich bei Glenodinium Warmingii und nach Klebs bei dem nahe verwandten Gl. obliquum (51, 12). Derselbe Forscher berichtet ähnliches von den Ceratien; häufiger scheint aber nach seiner Darstellung der Zustand zu sein, dass ein aus „verhältnissmässig dünnen Fäden“ gebildetes netzförmiges Chromatophor vorhanden ist. Klebs bemerkt jedoch, dass unter „Veränderung der äusseren Bedingungen“ das zusammenhängende Chromatophor der Ceratien leicht in zahlreiche kleine, scheibenförmige zerfalle. So fand ich die Verhältnisse stets bei conservirten Ceratium Tripos, welche ich in grösserer Anzahl untersuchte (54, 1a) und dasselbe zeigen denn auch schon die Figuren Ehrenberg's für Cer. Tripos und Furca, wie diejenigen Steins für die erstgenannte Form und Cer. tetraceros. Auf den Originalabbildungen Lieberkühn's sind die kleinen scheibenförmigen Chromatophoren der letzteren Species deutlichst angegeben und ihre Zusammenordnung zu netzartigen Zügen ist recht kenntlich (53, 7c).

An ein centrales, sternförmiges Chromatophor erinnern noch die Verhältnisse bei Amphidinium operculatum (54, 6c), wo gewöhnlich eine ziemliche Anzahl bandförmiger Chromatophoren um einen centralen kugligen, nach Stein amylonartigen Körper strahlig angeordnet ist. Wie die sternförmigen Chromatophoren überhaupt, erinnern auch die Verhältnisse bei Amphidinium an die mancher Euglenen nach den Schilderungen von Schmitz. Stein's Abbildungen lassen aber gut erkennen, dass bei Amphidinium nicht selten auch viel zahlreichere, kleinere Chromatophoren vorhanden sind, die dann wohl eine peripherische Schicht bilden und sich aus dem Zerfall der grösseren herleiten werden.

Dem letzteren Verhalten schliessen sich auch die meisten übrigen Dinoflagellaten an, indem sich deren Chromatophoren in einer einfachen und meist dicht gedrängten Schicht unter der Oberfläche anordnen, nur von einer sehr dünnen Plasmalage bedeckt (51, 10). Die Gestalt der Chromatophoren hängt unter diesen Umständen namentlich von dem Grad ihrer Ausdehnung nach dem Centrum ab. Sind sie in

dieser Richtung wenig entwickelt, so erscheinen sie mehr scheibenförmig bis kuglig, springen sie stärker gegen das Centrum vor, so werden sie natürlich kürzer oder länger stäbchenförmig.

Etwas besondere Verhältnisse scheinen sich bei Dinophysis acuta zu finden, indem Stein hier nur wenige grössere rundliche bis unregelmässige oder bandförmige Chromatophoren beobachtete; auch die Schilderungen Bergh's stimmen damit ziemlich überein.

Am Schlusse dieses Abschnittes über die Chromatophoren glauben wir kaum besonders betonen zu müssen, dass sich nicht ein einziger Anhalt finden lässt, welcher gegen die von Brandt*) in Zweifel gezogene endogene Natur derselben spräche.

b. Amylum scheint wenigstens bei den mit Chromatophoren versehenen Formen regelmässig vorzukommen; dass es den ungefärbten nicht immer ganz fehlt, wie Bergh vermuthete, wurde schon von Klebs erwiesen, der bei einer farblosen Varietät des Peridinium Michaelis Stärke fand, wie denn auch die Analogie mit den Flagellaten hierfür spricht. Die meist kleinen Stärkekörner finden sich stets im Plasma, nie in den Chromatophoren und liegen bei den mit einer peripherischen Chromatophorenschicht versehenen Formen nach innen von dieser (51, 10a; a). Interessant erscheint der von Stein angegebene centrale amylonartige Körper des Amphidinium operculatum und die uhrglasförmigen Amylumscheiben der Exuviaella. Die Beziehungen letzterer Gebilde zu den Chromatophoren wurden schon oben erwähnt. Einen geschichteten Bau der Amylonkörner beobachtete Bergh bei den Ceratien (53, 10c; a), ich konnte denselben bei den von mir untersuchten Exemplaren nicht deutlich wahrnehmen. Etwas abweichend soll sich nach Bergh das Amylum der Ceratien gegen Jod verhalten, indem es sich damit blauviolett färbe, bei den übrigen Formen war die Färbung eine rein blaue.

c. Fett, rothes Pigment und Stigmata (Augenflecke). Ein farbloses Fett gehört nach Klebs zu den gewöhnlichen Einschlüssen des Plasmas; dasselbe ist in Alkohol leicht löslich und schwärzt sich mit Osmiumsäure. Häufig treten auch gelbe, bis in verschiedenen Nüancen roth gefärbte, ölartige Kugeln oder Tropfen im Plasma auf. Die rothe Farbe derselben rührt höchst wahrscheinlich von demselben Farbstoff her, welchen wir bei den Flagellaten in ähnlicher Weise auftreten sahen, dem Haematochrom. Selten aber scheint sich dieses rothe Fett bei den Dinoflagellaten in so feiner Vertheilung zu finden, wie dies bei rothen Flagellaten gewöhnlich ist. Nur bei einigen rothen, von Schmarda (16) in Egypten beobachteten Formen von zweifelhafter Stellung, war dies vielleicht der Fall. Solche rothe Fettkugeln finden sich nicht nur bei gefärbten, sondern auch bei farblosen Formen; in letzterer Hinsicht erregt namentlich Peridinium divergens Interesse, welches gewöhnlich viele

*) Mittheilungen der zool. Station zu Neapel Bd. 4. p. 294.

derartige Fetttropfen enthält, dagegen gewöhnlich keine Chromatophoren. Die Tropfen liegen wie die Stärkekörner im innern Plasma und meist unregelmässig zerstreut; bei Peridinium divergens sollen sie nach Pouchet nicht selten einen Kranz längs der Querfurche bilden.

Die Farbe ist etwas verschieden, indem sie zwischen Bräunlich („chamois", gemsfarbig nach Pouchet) und Braunroth bis Zinnober- und Carminroth schwankt. Klebs (36) versichert, dass sich die gelblichen Tropfen in rothe umzuwandeln scheinen, indem die rothe Farbe allmählich in ihnen auftrete, so dass Tropfen mit theilweiser Gelb- und Rothfärbung zuweilen vorkämen. Hiermit verbindet er die weitere Angabe, dass aus solchen Tropfen das rothe Pigment mittels Alkohol auszuziehen sei, das gelbe dagegen nicht. Dem widersprechen aber wohl die Angaben von Bergh, welcher bei Peridinium divergens die rothen Tropfen in Alkohol völlig löslich fand.

Wie bei den Flagellaten scheint das rothe Fett häufig bei ruhenden Formen und auch schon während der Vorbereitung zum Ruhezustand besonders reichlich entwickelt zu werden. Schon Carter fand dies bei dem in Indien beobachteten, sogenannten Peridinium sanguineum, bei welchem einige Zeit vor Eintritt der Ruhe die ursprünglich grüne Farbe in eine völlig rothe übergeht. Auch ich beobachtete ähnliches, wenn auch nicht so ausgeprägt, bei Glenodinium cinctum. Jedenfalls ist die physiologische Bedeutung dieser Erscheinung dieselbe wie bei den Flagellaten, wenn sie auch zur Zeit noch nicht scharf präcisirt werden kann.

Ehrenberg und zahlreiche spätere Beobachtern wiesen auf das Vorkommen von sogenannten S t i g m e n oder A u g e n f l e c k e n bei den Dinoflagellaten hin. Perty und später Claparède und Lachmann hoben die Unregelmässigkeit im Auftreten dieser Gebilde bei einer und derselben Art hervor, doch halte ich es für wohl möglich, dass sie dabei zu weit gingen und nicht hinreichend scharf zwischen den geschilderten rothen Fetttropfen und den eigentlichen Stigmen unterschieden. Neuere Beobachter, wie Bergh und Klebs, berichten nichts über solche Gebilde und letzterer möchte sogar ihr Vorkommen bestimmt leugnen, oder hält es doch für sehr zweifelhaft. Dem gegenüber konnte ich (46) darauf hinweisen, dass bei Glenodinium cinctum ein echter, in allen Beziehungen mit denen der Flagellaten übereinstimmender Augenfleck vorhanden ist und zweifele daher auch nicht, dass die in ähnlicher characteristischer Lage von anderen Dinoflagellaten beschriebenen Gebilde ebenso beurtheilt werden müssen. Die Stigmen nehmen bei den Diniferen (wo sie bis jetzt allein gefunden wurden) eine bestimmte Stellung am Körper ein, sie sind nämlich etwa der Mitte der Längsfurche eingelagert (51, 10a und 13; 53, 7c; oc), als ovale, längliche oder zuweilen (Glenodinium cinctum) hufeisenförmige und lebhaft roth gefärbte Körper.

Am besten ist der Augenfleck des Glenodinium cinctum bekannt, und da die der übrigen Formen der Lage nach mit demselben gut übereinstimmen, so lässt sich wohl annehmen, dass sie auch in ihren sonsti-

gen Eigenthümlichkeiten nicht wesentlich abweichen. Wie das Stigma der Flagellaten liegt auch das von Glenodinium ganz direct unter der oberflächlichen Plasmaschicht der Längsfurche, als eine verhältnissmässig dünne Platte und da letztere sich der Längsfurche in ihrer ganzen Breite anschmiegt, so ist sie natürlich entsprechend dieser gekrümmt und besitzt ferner einen nach vorn schauenden hufeisenförmigen Ausschnitt.

Wie bei den Euglenen ist das Stigma aus zahlreichen kleinen Kügelchen oder Körnchen zusammengesetzt, welche sich leicht von einander trennen. Auch das Verhalten gegen Jod wie Schwefelsäure stimmt mit dem bei den Flagellaten überein und beweist, dass auch hier die färbende Substanz Haematochrom ist.*)

Die Verbreitung der Stigmen unter den Dinoflagellaten lässt sich zur Zeit aus schon angegebenen Gründen nicht ganz sicher beurtheilen. Sie wurden vorzugsweise bei Süsswasserarten beobachtet, von marinen scheint nur die Heterocapsa trochoideum St. sp. (= Glenodinium trochoideum St.) einen Augenfleck zu besitzen. Wir begegnen ihm weiter bei den Gattungen Gymnodinium, Glenodinium, gewissen Peridinien und auch zuweilen bei Ceratium (tetraceros nach Lieberkühn's Originalien.

d. Zu den merkwürdigsten Erzeugnissen des Plasmas einer Dinoflagellatenform gehören die Nesselkapseln und sind in vieler Hinsicht beachtenswerth. Einmal, weil sie unter den zur Zeit bekannten Formen ganz unvermittelt bei der einzigen Gattung Polykrikos auftreten und weil sie viel höher entwickelt sind als bei sonstigen Protozoen. Wohl begegnet man ja bei Flagellaten und Ciliaten nicht selten den in mancher Hinsicht nesselkapselartigen Trichocysten, nur bei einer einzigen Ciliatenform aber (Epistylis flavicans) wurden echte Nesselkapseln beobachtet, die wir unter den Protozoen sonst nur noch bei den Myxosporidien finden. Doch ist die Ausbildung der Kapseln in den letztgenannten Fällen eine viel einfachere, während diejenigen der Polykrikos denen der Cölenteraten selbst in feineren Verhältnissen entsprechen.

Die Kapseln liegen in nicht gerade sehr erheblicher Zahl in der äusseren Plasmaregion des Körpers (55, 8; nk), dem Ectoplasma Bergh's und treten, wie letzterer nachwies, in verschiedenen Entwicklungsstadien auf, wodurch der Einwand, dass sie nicht genuine Theile des Organismus seien, widerlegt wird. Ihre Gestalt ergibt

*) Ein seltsam weiterentwickeltes Stigma beschreibt Pouchet (18) von einer marinen, mit Gymnodinium zunächst verwandten Dinoflagellate, deren genauere Beschreibung jedoch leider zur Zeit noch fehlt. Das Stigma wird hier von einer kugligen Anhäufung schwarzen Pigments gebildet, welche im Innern des Körpers liegt und der ein ziemlich kugliger, linsenartiger Körper von glasartig durchsichtiger Beschaffenheit, meist mittels eines stielförmig ausgezogenen Theils angefügt ist. Letzterer Körper ist so gelagert, dass er dem bei der Bewegung vorangehenden Pol zuschaut. Während Pouchet nun in der Pigmentanhäufung eine Art Chorioidea vermuthet, sieht er in dem durchsichtigen Körper einen lichtbrechenden Apparat, der sich nach seinen Beobachtungen noch aus einer äusseren Haut, die er einer Cornea vergleichen möchte und einer inneren Masse, die der Linse an die Seite zu stellen sei, zusammensetze.

sich am Besten aus der Abbildung (8c), die denn auch weiter verräth, dass, wie bei den grösseren Kapseln der Cölenteraten, der eingestülpte Theil zunächst zu einer Art Vorhöhle entwickelt ist, in welche der basale Theil des Fadens hineinragt, während der übrige feinere Faden in dem hinteren Theil der Kapsel in dichten Schraubenwindungen aufgerollt liegt. Durch Druck werden die Kapseln zum Ausschnellen gebracht. Die Vorhöhle bildet dann scheinbar den vordersten Theil der Kapsel, von welcher sich der ausgeschnellte Faden erhebt. Welche specielle physiologische Leistung die Nesselkapseln unserer Gattung zu erfüllen haben, lässt sich zur Zeit nicht angeben.

e. Vacuolen. Im Allgemeinen scheint das Plasma der Dinoflagellaten nicht besonders zur Vacuolisirung zu neigen; nur bei Klebs (36) finde ich die Angabe, dass das Plasma der Süsswasserformen zuweilen netzig-vacuolär sei.*) Dagegen ist das Vorkommen einiger weniger, oder auch nur einer mehr oder minder ansehnlichen Vacuole eine recht gewöhnliche Erscheinung; aber die Meinungen über die Natur dieser Vacuolen sind noch recht getheilte. Stein glaubt sie stets als die contractilen Behälter bezeichnen zu dürfen, obgleich er ausdrücklich erwähnt (28) dass er „keine Formveränderungen an denselben wahrgenommen habe.“ Bergh spricht zwar in der Uebersicht seiner Ergebnisse die Ansicht aus, dass eine contractile „Blase“ nirgends mit Sicherheit nachgewiesen sei, dennoch versuchte er im speciellen Theil für einige Formen, wie Prorocentrum und Peridinium tristylum wahrscheinlich zu machen, dass die sog. Blase sich contrahire, wenngleich sehr langsam. Für die ersterwähnte Form betont er sogar, dass die betreffenden Vacuolen wohl den contractilen der Flagellaten entsprächen. Besondere Verhältnisse dieser Blase oder Vacuole führten ihn zu der Vermuthung, dass dieselbe nicht etwa zur Entfernung von Flüssigkeit aus dem Leib des einzelligen Organismus diene, sondern dass sie zur Einfuhr flüssiger Nahrung bestimmt sei, eine Vorstellung, welche sich also im wesentlichen mit der Stein's von dem contractilen Vacuolensystem der Euglenen deckt (s. p. 712). Zu letzterer Auffassung gelangte aber Bergh wohl hauptsächlich desshalb, weil er die Vacuole namentlich bei farblosen Formen beobachtete, wesshalb ihm die Idee nahe lag, dass dieselbe in irgend einer Beziehung zu der Ernährung derselben stehen werde, welche ja nicht mittels Chromatophoren, aber doch auch nicht auf thierischem Wege vor sich gehe. Diese Ansicht dürfte jedoch schon dadurch stark erschüttert werden, dass auch die gefärbten und sich entschieden auf holophytische Weise ernährenden Formen solcher Vacuolen sicher nicht entbehren. — Während Klebs in seiner ersten Mittheilung sich sehr skeptisch bezüglich contractiler Vacuolen der Dinoflagellaten aussprach und die zuweilen zu beobachtende Vacuole dem „Zelllumen“ vieler Algen vergleichen wollte, schloss er sich

*) Eine netzig vacuoläre Beschaffenheit beschreibt Pouchet (18) neuerdings in dem peripherischen Plasma der vorderen Körperhälfte seines Gymnodinium crassum.

in seiner zweiten Arbeit, was das Thatsächliche angeht, den Mittheilungen von Bergh innig an, bemerkte aber doch, dass die Vacuolen den „Zellsaftvacuolen" vieler Pflanzenzellen wohl entsprechen dürften. Wir werden aber gleich sehen, dass gewisse Erfahrungen gegen eine solche Auffassung sprechen und es nicht unwahrscheinlich machen, dass die Vacuolen sich den contractilen mancher Flagellaten anreihen, wenn sie auch Verschiedenheiten von den gewöhnlichen aufweisen.

Die meist in Ein- bis Zweizahl vorhandenen Vacuolen zeigen zunächst mit denen vieler Flagellaten darin eine gewisse Uebereinstimmung, dass sie eine ähnliche Lage haben. Sie finden sich nämlich, wie es scheint, stets in der Nähe der Geisselbasis, also auch in der Nähe der Geisselspalte. Bei den Prorocentrinen liegen sie also im Vorderende des Körpers (51, 1 b, 2 a, v), bei den Diniferen dagegen mehr in der Mittelregion und, wie es scheint, häufiger im Vorder- als Hinterkörper (51, 10 a; r). Letztere Lage ist nach der Abbildung Stein's besonders ausgesprochen bei Ceratium tetraceros (53, 7 a; v), wo die Vacuole etwa am hinteren Ende des hier bekanntlich sehr langen Geisselspaltes abgebildet wird, während sie bei den übrigen Arten gleichfalls im Vorderkörper liegen soll, was aber wohl nicht ganz constant sein dürfte (54, 1 a und 1 b; v). Wo die Geisselspalte ganz hinten liegt, erstreckt sich auch die Vacuole tief in die Hinterhälfte des Körpers hinein, wie dies für Diplopsalis von Bergh deutlich geschildert wird, aber wohl auch sicher für verwandte Formen, wie Blepharocysta und Podolampas, gelten dürfte. Natürlich findet sich die Vacuolenbildung bei den mit reducirtem Vorderleibe versehenen Dinophysiden gleichfalls im Hinterkörper (54, 6 b und 8 a; v).

Auch bei denjenigen Formen, welchen Bergh die Vacuole abspricht, scheint es mir recht wahrscheinlich, dass sie nur übersehen wurde; für eine Anzahl derselben ist sie übrigens auch von Stein schon angegeben worden.

Mehr wie zwei Vacuolen finden sich wohl selten, aber es scheint, dass die Zweizahl für einige Formen eine gewisse Regelmässigkeit besitzt. Dies gilt namentlich für die Prorocentrinen, bei welchen Bergh, Stein und Klebs solches berichten. Die beiden Vacuolen dieser Formen, wie die gewisser Diniferen, fliessen aber nicht selten zu einer einzigen zusammen und die in solcher Weise vereinfachte Vacuole kann zeitweilig durch ein feines, nach vorn verlaufendes Kanälchen an der Stelle der Geisselinsertion mit der Aussenwelt in Verbindung stehen. Letzteres Verhalten wurde für die Prorocentrinen allein von Stein geschildert (51, 1 a), wir haben aber keine Veranlassung an der Zuverlässigkeit seiner diesbezüglichen Angaben zu zweifeln, da Bergh für eine Reihe von Diniferen Aehnliches berichtet hat und Klebs (44) diese Mittheilungen für wohl möglich erklärt. Bergh will nämlich auch beobachtet haben, dass die Vacuole, wenigstens zu gewissen Zeiten, durch ein feines Kanälchen, das in der Geisselspalte münde, mit dem umgebenden Wasser communicire. Besonders klar wurde ihm dies bei seinem Protoperidinium pellucidum (= Peridinium tristylum

Stein); weiter glaubt er, sich von demselben Verhalten noch bei einer Anzahl Peridiniden, wie Diplopsalis und Peridinium divergens, überzeugt zu haben, selbst bei Ceratium Furca schien es ihm recht wahrscheinlich. Ebenso gelang es, das Kanälchen bei Dinophysis laevis wahrzunehmen. Aus diesen Erfahrungen scheint also hervorzugehen, dass das zeitweilige Vorkommen eines solchen Kanälchens eine weit verbreitete, vielleicht allgemeine Erscheinung ist.

Es verdient nun ein besonderes Interesse, dass Stein bei Prorocentrum micans zuweilen in der Gegend, wo dieses Ausführungskanälchen der Vacuole erscheint, ein cylindrisches Bündel eigenthümlicher Stäbchen wahrgenommen hat (51, 1 b; s), das in mancher Beziehung an die Schlundbildung von Cryptomonas erinnert, was auch Stein schon andeutete. Wir haben vor Kurzem von Fisch*) erfahren, dass die contractile Vacuole von Chilomonas in den Anfang des Schlundes einmündet, wesshalb ich die Möglichkeit, das von Stein gelegentlich gesehene Gebilde mit dem Schlund dieser Flagellate zu vergleichen, nicht von der Hand weisen kann. Bei den in ziemlicher Menge von mir beobachteten, allerdings conservirten Prorocentrinen konnte ich übrigens nie etwas von dieser Einrichtung wahrnehmen.

Wenn nun schon die namentlich von Bergh hervorgehobene Variabilität in der Grösse der Vacuolen auf die Möglichkeit ihrer Contractionsfähigkeit hindeutet, wobei es sich jedoch natürlich nur um sehr allmähliche und langsame Volumveränderungen handeln kann, so scheint diese Möglichkeit noch dadurch befestigt zu werden, dass die ganze Einrichtung eine nicht zu verkennende Analogie mit dem Vacuolensystem, welches wir bei den Englenoidinen kennen lernten, darbietet, speciell dem der Coelomonadinen (s. p. 714). Ich möchte daher annehmen, dass es sich bei den Dinoflagellaten um eine oder zwei langsam contractile Vacuolen handelt, welch letztere vor der Entleerung gewöhnlich zusammenfliessen und sich dann durch ein feines Kanälchen nach aussen öffnen. Die temporäre Bildung eines solchen Kanälchens kann uns nicht gerade überraschen, da wir ja ähnliches bei den contractilen Vacuolen mancher Infusorien begegnen, wenn auch die Kanälchen hier die Bedeutung zuleitender, nicht ausleitender Apparate haben und Fisch neuerdings auch bei Peranema trichophorum die vorübergehende Bildung eines derartigen Ausführkanälchens bestätigte.

Namentlich die Analogie mit den erwähnten Einrichtungen der Flagellaten ist denn auch Ursache, dass ich mich den Anschauungen Bergh's hinsichtlich der physiologischen Bedeutung der Vacuolen nicht anschliessen kann, denn bei den ersteren hat das System meiner Auffassung nach sicherlich nichts mit der Aufsaugung flüssiger Nahrung zu thun, wenn auch Stein diese Ansicht für die Engleninen entwickelte. Auch scheint es nach unseren Erfahrungen kein Bedürfniss für chromatophorenfreie

*) Fisch, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 42. p. 85.

Formen, einen besonderen Aufsaugungsapparat auszubilden, da wir viele pflanzliche und thierische einzellige Wesen kennen, deren Ernährung auf saprophytische Weise geschieht, ohne die Beihülfe einer besonderen derartigen Einrichtung.

Die besonderen Verhältnisse des Vacuolenapparates der Dinoflagellaten machen es aber auch unmöglich, der Ansicht von Klebs zuzustimmen, dass derselbe den Safträumen der Algenzellen gleichzusetzen sei. Es soll aber damit nicht in Abrede gestellt werden, dass nicht auch bei den Dinoflagellaten Vacuolen gewöhnlicher Art, die sich jenen Zellsaftvacuolen der Pflanzenzellen an die Seite stellen, anzutreffen seien.

f. Die Kerne. Mit den Flagellaten hat unsere Abtheilung gemeinsam, dass fast ohne Ausnahme nur ein einziger Nucleus vorhanden ist, während dessen Structur, soweit sie bis jetzt erforscht wurde, von der bei den Flagellaten gewöhnlichen ziemlich abweicht, aber doch auch Anschlüsse an den Bau gewisser Flagellatenkerne darbietet, ebenso aber auch an denjenigen der Infusorien-Hauptkerne.

Eine Ausnahme bezüglich der Zahl der Kerne bildet nur die Gattung Polykrikos, da sich bei derselben gewöhnlich 4 Nuclei finden, die in gleichen Abständen in einer Längsreihe hintereinander liegen (55, 8a; n). Diese Ausnahme darf aber wohl als eine Bestätigung der Regel gelten, da wir ja schon aus anderen Eigenthümlichkeiten dieser Gattung kennen, dass bei ihr eine Art segmentaler Vermehrung einzelner Organe eingetreten ist. Sonst wurde nur ein nicht ganz sicherer Fall von Verdoppelung des Kernes bei Ceratium Tripos von Bütschli (46) beobachtet.

Die Lage des Kernes scheint bei den Dinoflagellaten im Wesentlichen constant zu sein, es ist wenigstens nicht bekannt, dass der Kern Verschiebungen im Plasma erleidet, auch sind die Schwankungen, welche wir bei den Individuen einer Art in seiner Lage beobachten, geringfügige.*) Bei den Prorocentrinen liegt er ziemlich in der Mitte (Prorocentrum) oder im hinteren Drittel des Körpers (Exuviaella), also im Allgemeinen ähnlich wie bei den nächstverwandten Flagellaten. Bei den Diniferen dagegen herrscht im Allgemeinen die Lage im Vorderkörper bei weitem vor, dessen Mitte er dann gewöhnlich einnimmt. Bei gewissen Formen lagert er sich ziemlich in die Mittelregion des Körpers, also in die Höhe der Querfurche, so z. B. gewöhnlich bei Peridinium cinctum, Peridinium divergens und Ceratium Hirundinella (nach Blanc), ebenso bei dem eigenthümlichen Gymnodinium spirale Bergh. Es finden sich aber auch einige Gattungen, bei welchen er im Hinterleib liegt. Natürlich ist dies bei den Dinophysiden der Fall. Bei Dinophysis nimmt er ziemlich die Mitte des Hinterleibes ein, liegt aber nach Bergh gewöhnlich der Rückseite genähert (eine solch dorsale Lage soll nach dem gleichen Beobachter meist auch

*) Nur Pouchet (48) hat bei Ceratium eine eigenthümliche langsame Rotation des Kernes, jedoch nur sehr selten beobachtet. Es schien ihm, dass hierbei der gesammte Kern in Bewegung sei. Doch sind die Beobachtungen nicht hinreichend zu einer wirklichen Beurtheilung des Vorgangs.

bei Diplopsalis und Glenodinium Warmingii vorkommen). Aehnlich wie bei den Dinophysiden ist auch der Kern der Gattung Oxytoxum unter den Peridiniden gelagert, wenn unsere morphologische Orientirung derselben richtig ist (nach Stein würde er sich auch hier in der Vorderhälfte finden). Endlich gehören hierher noch Hemidinium und Peridinium tristylum nach Stein, sowie Gymnodinium gracile nach Bergh.

Ziemliche Mannichfaltigkeit zeigt die Gestalt der Nuclei, welche z. Th. kugelförmig bis gedrungen ellipsoidisch, weiterhin aber auch nicht selten ziemlich langellipsoidisch sein kann. Streckt sich der Kern noch mehr in die Länge, so wird er bandförmig, und da solche Kerne gewöhnlich in die Ebene der Querfurche liegen, so müssen sie sich, wenn ihre Länge ansehnlicher wird, krümmen und erscheinen dann hufeisenförmig (52, 3b; n). Derartige Nuclei erinnern etwas an den Hauptkern der Vorticellen und mancher anderen Ciliaten. Zuweilen finden sich aber auch ganz unregelmässig gestaltete Kerne. Am bezeichnendsten in dieser Hinsicht ist Prorocentrum micans, dessen Kern Bütschli gewöhnlich unregelmässig gelappt und in Fortsätze verlängert fand, doch kommen wohl auch zuweilen einfache, ovale Nuclei vor; auch bei Peridinium divergens begegnet man nicht selten unregelmässig gebuchteten Kernen.

Die Stellung der ellipsoidischen Nuclei zum Körper hängt etwas von der Gestalt desselben ab, indem sich im Allgemeinen die längere Axe des Nucleus auch dem längeren Durchmesser des Körpers parallel lagert. Dies ist gut zu bemerken bei den langgestreckten Ceratium Furca und Fusus, doch auch bei Podolampas und Gymnodinium spirale. Bei dem dorsoventral stark abgeplatteten Ceratium Tripos stimmt auch der kürzeste Durchmesser des Kernes gewöhnlich mit dem kleinsten Durchmesser des Wesens überein.

Von höchstem Interesse ist die feinere Structur der Kerne, welche erst in neuerer Zeit etwas genauer bekannt wurde. Von den meisten Flagellatenkernen und vielen der früher betrachteten Protozoën entfernen sie sich dadurch sehr, dass der bläschenförmige Bau völlig fehlt, dagegen stets ein fädig-netziger in ganz besonders schöner und klarer Ausbildung vorhanden ist. Da nun eine solche Bauweise, wie wir von früher wissen (s. p. 741), auch bei gewissen Flagellaten, obgleich nie so deutlich, vorkommt, so steht die Kernstructur der Dinoflagellaten diesen nicht unvermittelt gegenüber und schliesst sich, wie erwähnt, andererseits an die der Infusorien-Hauptkerne an.

Von der fädigen Structur der Kerne konnte zuerst Allman (18) bei seinem Peridinium uberrimum etwas beobachten. Bergh nahm gewöhnlich nur eine feinkörnige Structur wahr, doch schien sie ihm bei den Ceratien zuweilen etwas netzig. Gourret hat die Kernstructur ganz übersehen, er beschreibt den Nucleus als hyalin und homogen. Erst Klebs machte auf die eigenthümliche Beschaffenheit des Kernes aufmerksam, er beschreibt sie als sehr deutlich fädig; die Kernfäden seien relativ dick und gewöhnlich regelmässig parallel gelagert, nicht

homogen sondern aus einzelnen Gliedern zusammengesetzt, welche sich beim Verquellen in Wasser von einander trennten. Feine stäbchenartige Gebilde beschreibt auch Blanc aus dem Nucleus des Ceratium Hirundinella. Viel weniger sicher lauten die Angaben von Pouchet, welcher eine feine Netzstructur beschrieb, häufiger aber eine durch zahlreiche kleine Kügelchen hervorgerufene Granulation, welche durch ihre Anordnung parallele Linienzüge erzeugen soll, beobachtet haben will.*) Auch Stein deutete auf wenige Figuren eine parallelstreifige Beschaffenheit des Kernes an. Zuletzt beschäftigte sich Bütschli (46) mit der Kernstructur und die im Nachfolgenden zu machenden Angaben gründen sich wesentlich auf diese Untersuchungen.

Von einer Kernmembran wurde bis jetzt kaum etwas beobachtet, doch scheint mir ihr Fehlen nicht genügend sichergestellt. Nur Blanc will eine äusserst feine Membran an dem Kern des Ceratium Hirundinella stets beobachtet haben. Die leichtfärbbare Masse des Kernes wird in ganz gleichmässiger Weise von einer Gerüstsubstanz gebildet, welche im Allgemeinen aus ziemlich dicken Fäden zusammengesetzt ist, die auch, wie es Klebs angibt, nicht gleichmässig sind, sondern in ziemlich regelmässigen Abständen kleine Anschwellungen aufweisen (53, 10d; 54, 2b). Ob diese Fäden in der von Klebs angegebenen Weise bei der Verquellung in Wasser zerfallen, habe ich nicht festgestellt. Sehr gewöhnlich, namentlich bei den kugligen oder ellipsoidischen Kernen, ziehen nun die Fäden in recht regelmässigem Verlauf durch den Kern, indem sie parallel, in ziemlich geringen Abständen, nebeneinander verlaufen und zwar bald so, dass ihre Erstreckung parallel der Längs-, bald parallel einer kurzen Kernaxe geht (53, 10d). Daneben beobachtet man aber auch Fälle, wo die Fäden schief zu der Längsaxe des Kernes ziehen und dabei etwas bogig geschwungen sind (54, 2b). Bei den bandförmigen und unregelmässiger gestalteten Kernen, zuweilen aber auch bei rundlichen, wird der Verlauf der Fäden gewöhnlich ein unregelmässigerer; sie ziehen gewellt, bei gewissen Ansichten zuweilen in einer ziemlich concentrischen Anordnung (52, 9c) und namentlich in den verschiedenen Ebenen des Kernes in recht verschiedenen Richtungen und Biegungen. Wenn dieser Zustand seine höchste Ausbildung erreicht, macht der Kern den Eindruck eines verworrenen Fadenknäuels (52, 3b; n). Ich bin nun durchaus nicht der Ansicht, dass die Structur zu allen Zeiten bei einer und derselben Art die nämliche ist, im Gegentheil weisen die Erfahrungen über die ziemlich ähnlichen Hauptkerne der Infusorien darauf hin, dass auch hier wohl Veränderungen vorkommen werden; auch konnte ich direct beobachten, dass die Anordnung und die Dicke der Kernfäden bei Ceratium Tripos ziemlich variabel ist.

*) In seiner neuen Publikation gibt Pouchet (48, p. 35) dagegen eine etwas genauere und richtigere Darstellung der Kernstructur, indem er den fädigen Bau betont und auch dessen Modificationen andeutet. Das eigentliche Wesen der Structur erkannte er jedoch nicht.

Genauere Untersuchung ergibt nun, dass die geschilderten Kernfäden nicht ohne Verbindung sind, sondern dass die benachbarten in ihrer ganzen Länge durch feine Lamellen von Kernsubstanz in Zusammenhang stehen. Dies ergibt sich am klarsten, wenn man einen einfach gebauten Kern mit parallel geordneten Kernfäden in einer Ansicht betrachtet, wo die Kernfäden im optischen Querschnitt erscheinen. Dann bemerkt man die sie verbindenden Lamellen gleichfalls im optischen Schnitt, als zarte Linien, welche die punktförmigen Querschnitte der Fäden verbinden; das Gesammtbild ist also das eines Netzwerkes, dessen Knotenpunkte verdickt sind (52, 10c). Dass auch die Kerne mit unregelmässigerem Verlauf der Fäden dieselbe Beschaffenheit aufweisen, folgt daraus, dass, wenn es nur gelingt, einen Theil der Fäden im optischen Querschnitt zu sehen, auch die geschilderte Netzstructur deutlich wird (52, 9d).

Ferner liess sich aber in manchen Fällen ziemlich klar erkennen, dass sich auch senkrecht zu dem Verlauf der Fäden zwischen ihnen noch zarte Verbindungen finden (54, 2b), welche wohl gleichfalls nicht als Fäden, sondern als zarte Lamellen aufzufassen sein dürften. Das Gesammtergebniss wäre aber dann, dass die Gerüstsubstanz des Kernes nicht ein Fadenwerk, sondern ein regelmässiger oder unregelmässiger geordnetes Wabenwerk darstellt, dessen Längskanten zu fadenartigen Bildungen verdickt sind. Eine solche Structur erweckt unser Interesse namentlich noch desshalb, weil sie der Plasmastructur in vieler Hinsicht gleicht.

Innerhalb des Kerngerüstes finden sich zuweilen, wenn auch nicht gerade häufig, kleine nucleolusartige Einschlüsse; so manchmal bei Ceratium Tripos und Hirundinella (nach Blanc gewöhnlich), Peridinium divergens, ebenso nach Stein bei Blepharocysta und gelegentlich bei Diplopsalis. Auch Pouchet*) und Gourret machen auf das Vorkommen solcher Gebilde aufmerksam Wo ich diese Nucleoli genauer untersuchte (Peridinium divergens und Ceratium Tripos) besassen sie gleichfalls einen feinnetzigen Bau, also wohl eine ähnliche Structur wie die eigentliche Kernmasse, von welcher sie jedoch scharf abgegrenzt waren.

Wegen des interessanten Baues der Kerne wäre es von grosser Wichtigkeit, etwas von ihrem Theilungsvorgange zu wissen, leider ist aber hierüber noch nichts ermittelt worden. Das wenige, was davon bekannt ist, macht es wahrscheinlich, dass die Theilung ähnlich verläuft wie bei den Hauptkernen der Infusorien. Bei Polykrikos wenigstens beobachtete Bütschli bisquitförmige, in Theilung begriffene Kerne (55, 8b) und ähnliche Zustände bildet auch Stein von encystirten Peridinien ab (52, 10b). — Schliesslich hat Blanc die Theilung des Kernes von Ceratium Hirundinella bei der Vermehrung dieser Dinoflagellate im bewegten Zustande in entsprechender Weise geschildert (53, 9b). Vor Beginn der Theilung vermehre sich der gewöhnlich vorhandene Nucleolus, wahrscheinlich durch

*) In seiner neuesten Publikation betont Pouchet die wahrscheinliche Constanz des Nucleolus; dies ist jedoch sicher unrichtig.

32, 33, ... 56. 55.

Theilung, zu zweien, die nun die Mittelpunkte der sich trennenden Hälften des Nucleus einnehmen. Blanc stellt in Abrede, dass die Structur des Kernes bei der Theilung irgend welche Veränderungen erleide; da aber seine Beobachtungen über die Kernstructur jedenfalls nicht sehr eingehende sind, halte ich es doch für möglich, dass bei der Theilung auch hier gewisse Veränderungen der Kernstructur auftreten.

Man darf demnach vermuthen, dass der bisquitförmig gewordene Kern durch allmähliche Verdünnung und schliessliches Durchreissen der eingeschnürten Stelle seine Theilung vollendet. Ob sich dabei auch wie in den Hauptkernen der Ciliaten die verworren-fasrige Knäuelstructur stets ausbildet, lässt sich zur Zeit nicht angeben, scheint mir aber recht wahrscheinlich.

Bergh hat bei dem eben erwähnten Polykrikos eine Beobachtung gemacht, welche, wenn sie sich auch für andere Dinoflagellaten bestätigen sollte, die schon im Kernbau ausgesprochene Uebereinstimmung mit den Ciliaten noch vermehren würde. Er sah nämlich der Oberfläche jedes der 4 Kerne drei bis sechs kleine, glänzendere, also wohl dichtere Gebilde anliegen (8a, n'), welche sich in Pikrokarmin lebhafter wie die Kerne färbten. Bergh hält sie, nach Analogie mit den Verhältnissen der Ciliaten, für kleine, besonders geartete Kerne, den Nebenkernen der Infusorien vergleichbar. Da er weiter noch fand, dass an Stelle dieser Nebenkerne zuweilen deutliche kleine Kernspindeln vorkommen, so liegt kein Grund vor, an seiner Deutung zu zweifeln. Damit wäre denn zum ersten Male das Vorkommen differenter Kerne ausserhalb der Abtheilung der Infusorien constatirt, hinsichtlich welcher es sich nur fragen würde, ob sie sich auch bei den Copulationsvorgängen ähnlich verhalten wie jene der Infusorien. Bei den übrigen Dinoflagellaten wurde bis jetzt von solchen Nebenkernen nichts sicheres aufgefunden. Es wurden zwar neben dem Kern, besonders bei den Ceratien, zuweilen kleinere oder grössere Gebilde wahrgenommen, welche ebenfalls Farbstoffe (Karmin) stärker wie das Plasma aufnahmen und auch durch ihre netzförmige, ziemlich grobe Structur an Zellkerne lebhaft erinnerten. Bütschli hat diese Einschlüsse, welche er auch bei Dinophysis gelegentlich beobachtete (54, 8a), näher beschrieben und abgebildet, zuvor hatten aber auch schon Pouchet und Klebs auf ähnliche Gebilde aufmerksam gemacht. Dass sie aber, wie Klebs meint, mit den sog. Keimkugeln, die Stein beschrieb und welche wir später specieller zu betrachten haben werden, identisch sind, halte ich nicht für wahrscheinlich. Hervorzuheben wäre noch, dass in den fraglichen Körpern zuweilen ein nucleolusartiges Gebilde vorkommt, ganz ähnlich den oben beschriebenen Nucleoli der Dinoflagellatenkerne.

9. Fortpflanzungserscheinungen der Dinoflagellaten.

Wir betreten hier ein Gebiet, welches leider noch nicht so durchforscht ist, wie es eine zusammenhängende, abgerundete Darstellung er-

forderte. Wir werden uns vielmehr mit einer Aufzählung der da und dort gemachten Einzelbeobachtungen begnügen müssen und können nur die Hoffnung aussprechen, dass die kommende Zeit umfassendere Untersuchungen zu Tage fördern möge. Immerhin glaube ich, dass wir beim Ueberblick des Bekannten wohl behaupten dürfen, dass sich unsere Gruppe auch hinsichtlich der Fortpflanzungserscheinungen an die Flagellaten anschliesst, wenngleich auch Modificationen zu verzeichnen sein werden.

So finden wir zunächst, dass der einzige bis jetzt mit Sicherheit festgestellte Fortpflanzungsact einfache Zweitheilung ist, sei es, dass dieselbe im frei beweglichen oder ruhenden Zustande geschehe; alles, was von Fortpflanzungserscheinungen sonst noch geschildert wurde, ist unsicher oder recht unwahrscheinlich.

Da wir nun wissen, dass die Zweitheilung der Flagellaten, und speciell der den Dinoflagellaten nächstverwandten Formen, fast ausnahmslos Längstheilung ist, so lässt sich auch hier als Fundamentalfrage die nach der Theilungsrichtung bezeichnen. Wir wollen daher an erster Stelle versuchen, diese Frage kurz zu erörtern, da ihr ja auch eine allgemein morphologische Bedeutung zukommt. Gerade bezüglich der Lage der Theilungsebene zur Körperaxe stimmen die verschiedenen Forscher nicht überein. Während Stein aus den Resultaten seiner Untersuchungen schloss, dass die Theilebene quer zur Längsaxe verlaufe, fasst Klebs die Theilung als längsverlaufende auf, wenn auch die Richtung der Theilungsebene nicht genau mit der Längsaxe zusammenfalle, sondern dieselbe gewöhnlich etwas schief, ungefähr unter einem Winkel von 45° oder weniger schneide. Die übrigen Forscher haben sich nicht allgemein über diese Frage geäussert, ihre speciellen Angaben werden bei Gelegenheit noch erwähnt werden. Ich persönlich bemerkte vor einiger Zeit (46), dass ich die Herleitung der schiefen Theilebene der Peridiniden aus ursprünglicher Quer- oder Längstheilung noch für eine offene Frage halte. Durch erneute Ueberlegung dieses wichtigen Punktes kam ich zu einer etwas anderen Auffassung, die, wie ich glaube, die widerstreitenden Ansichten zu vereinigen im Stande ist.

Leider wissen wir von der Theilung der Ursprungsgruppe der Dinoflagellaten, der Prorocentrinen, nur wenig; der Theilungsvorgang dieser Formen erscheint aber besonders wichtig; ebenso wegen der Vergleichung mit den Vorgängen bei den Flagellaten, wie zur Aufklärung der Verhältnisse bei den Diniferen. Nur bei Pouchet finden wir eine Nachricht über die Theilung der Exuviaella (seines Amphidinium operculatum), welche, obgleich ziemlich kurz gehalten, doch wohl mit Sicherheit entnehmen lässt, dass hier Längstheilung herrscht, wie bei den verwandten Flagellaten.*) Reguläre Längstheilung findet sich weiter bei Amphidinium

*) Die neueste Arbeit von Pouchet bringt die Abbildungen einiger Stadien dieses Theilungsprocesses und macht die Sache zweifellos.

nach den Erfahrungen Stein's und dürfte, wie sich mit ziemlicher Sicherheit vermuthen lässt, wohl die Vermehrungsart sämmtlicher Dinophysiden sein. Doch ist kaum zu bezweifeln, dass unter den Diniferen auch entschiedene Quertheilung beobachtet wurde, d. h. Theilung quer zur längeren Körperaxe. Ganz sicher scheint dies nach meinen und Bergh's Untersuchungen für Polykrikos und auch die nur durch Abbildungen erläuterten Angaben Stein's über die Quertheilung bei Hemidinium halte ich für gesichert. Unsicher scheint dagegen die ältere Angabe von Allman über die Quertheilung seines Peridinium uberrimum, wenigstens fehlen uns, da die Form selbst zweifelhaft erscheint, genügende Anhaltspunkte zur Beurtheilung dieser Nachricht, welche überhaupt die erste über Quertheilung der Dinoflagellaten ist. Es fragt sich nun aber, kann man die Längstheilung der Prorocentrinen mit der schiefen der meisten und der ausgesprochenen Quertheilung gewisser Peridiniden vereinigen. Mir scheint dies nicht schwierig, wenn wir uns über die Axenverhältnisse bei den beiden Abtheilungen etwas genauer orientiren. Das eine Ende der Längsaxe der Prorocentrinen wird, wie es auch bei den Flagellaten meist ist, durch die Insertion der beiden Geisseln bezeichnet und die Längstheilungsebene der Flagellaten geht stets durch den Ursprungspunkt der Geisseln. Wir wissen nun aus der früheren Darstellung, dass bei der wohl zweifellosen Herleitung der Diniferen und speciell der Peridiniden von den Prorocentrinen unter allen Umständen eine Verschiebung des Ursprungspunktes der Geisseln stattgefunden haben muss; derselbe ging aus seiner endständigen Lage allmählich in eine solche über, dass er meist die Mittelregion der sog. Bauchseite einnimmt. Wie wir uns diese Verschiebung im speciellen entstanden denken müssen, wird erst später besprochen werden können. Jedenfalls folgt aber hieraus, dass die längere Axe der Peridiniden nicht der Längsaxe der Prorocentrinen homolog ist, sondern dass eine Axe, welche von der Geisselinsertion der Peridiniden ausgeht und senkrecht oder auch vielleicht mehr oder weniger schief zur Rückseite hinzieht, der Längsaxe der Prorocentrinen entspricht. Jede Ebene also, welche bei den Peridiniden durch den Ursprungspunkt der Geisseln geht und auf der Rückenfläche senkrecht steht, dürfen wir daher einer Längsebene der Prorocentrinen entsprechend betrachten, ja es wird uns in Zukunft der Verlauf der Theilungsebene wohl noch wichtige Fingerzeige für die vergleichende Orientirung der verschiedenen Formen der Dinoflagellaten liefern. Ich kann hier auf einen schon bei den Flagellaten besprochenen ähnlichen Fall hinweisen, nämlich auf die scheinbar abweichende Stellung der Geisseln und die vermeintliche Quertheilung der Gattung Nephroselmis St., welche sich ganz ebenso zu der Längstheilung der verwandten Formen (seien dies nun Chlamydomonadinen, nach meiner Auffassung, oder Cryptomonadinen, nach der Stein's) verhält, wie die scheinbare Quer- oder schiefe Längstheilung zu der echten Längstheilung der Prorocentrinen.

Ich glaube, durch diese Erörterungen gezeigt zu haben, dass sich

bei den Dinoflagellaten, ebenso wie fast ausnahmslos bei den Flagellaten, Längstheilung findet, und dass die Ausnahmen nur scheinbare sind, hervorgerufen durch die Verlagerung der ursprünglichen Längsebene, die Veränderung in den Grössenverhältnissen der Axen und der Bewegungsrichtung. Indem ich mich also der Ansicht von Klebs anschliesse, muss ich doch hervorheben, dass ich in ganz anderer Weise eine Begründung derselben versucht habe.

A. Theilung im „beweglichen Zustande“.

Es scheint sicher, dass ein solcher Vermehrungsvorgang bei den Dinoflagellaten nur selten vorkommt; dass dies aber der Fall, ist ebenso sicher und bei einzelnen Formen ist er sogar vielleicht der häufigere. Am bestimmtesten lauten in dieser Hinsicht die Mittheilungen Bütschli's und Bergh's für Polykrikos, wenn auch in ihren Detailangaben mancherlei Differenzen bestehen. Uebereinstimmung herrscht in sofern, als beide Quertheilung durch eine ringförmige Einschnürung in der Mitte der längeren Körperaxe beobachteten. Verschieden lauten dagegen die Mittheilungen über das Verhalten der wichtigsten Organe des sich theilenden Körpers. Bütschli fand, dass die sich vermehrenden Individuen schon die doppelte Anzahl der gewöhnlichen acht Querfurchen besassen (Tf. 55, 8b), dass demnach jeder Theilsprössling mit 8 Querfurchen ins Leben trat. Bergh beobachtete dagegen bei den Theilungszuständen nie mehr als die gewöhnlichen 8 Furchen und daher hatten auch die von ihm gesehenen Theilsprösslinge nur 4 Furchen. Ein ähnlicher, vielleicht mit obigem zusammenhängender Unterschied fand sich bezüglich der Kerne. Bergh fand nämlich, dass bei der Theilung einfach zwei der 4 Kerne auf den vorderen, die beiden anderen auf den hinteren Sprössling übertraten, ohne dass die Kerne getheilt wurden; die Sprösslinge waren also zweikernig. Ich dagegen beobachtete, dass die 4 in eben angegebener Weise auf die noch zusammenhängenden Sprösslinge übertragenen Kerne sich schon theilten, bevor die Trennung geschah (Tf. 55, 8b). Alle 4 Kerne wiesen das gleiche Stadium der Theilung auf. Schon vor der Isolirung der Sprösslinge vollendete sich die Theilung der Kerne. Ob nun diese Unterschiede, welche übrigens bedeutender erscheinen, als sie thatsächlich sind, da ja die Vermehrung der Organe bei den von Bergh beobachteten Zuständen nur verzögert erscheint, constante sind oder nur gelegentliche, lässt sich zur Zeit nicht entscheiden.

Hinsichtlich der schon oben erwähnten Quertheilung des Hemidinium nasutum vermögen wir nach der Abbildung Stein's nur berichten, dass dieselbe durch einfache Einschnürung in der Mitte der längeren Axe zu geschehen scheint (Tf. 51, 3b), und dass die noch zusammenhängenden Sprösslinge schon alle Organe besitzen.

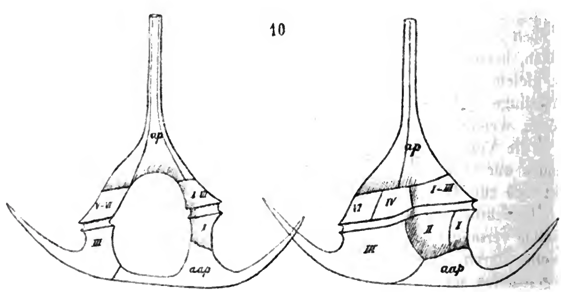
Wenn wir von den unsicheren älteren Angaben Ehrenberg's, Perty's, Claparède's und Anderer über Längstheilung im beweglichen Zustande absehen, welche erst später nach ihrer wahrscheinlichen Bedeutung

zu erörtern sein werden, bleibt uns namentlich noch die Betrachtung gewisser Theilungserscheinungen bei den Ceratien. Obgleich der Gegenstand nicht in ganz genügender Weise aufgeklärt ist, scheint aus den vorliegenden Daten doch ziemlich sicher hervorzugehen, dass auch diese, mit starker, getäfelter Hülle versehenen Dinoflagellaten theilungsfähig sind. Die ersten Mittheilungen rühren von Bergh her, welcher bei sämmtlichen von ihm studirten Ceratienarten nicht selten freischwimmende Individuen fand, welchen eine Hälfte der Schalenhülle fehlte (53, 7b). Auch beobachtete er, dass zuweilen zwei derartige Individuen, mit den nackten Theilen gewissermaassen verklebt, munter mit einander umherschwammen. Bergh blieb unsicher über die Deutung seiner Beobachtungen, namentlich mangelte ihm ein Kriterium, um die erwähnten Doppelindividuen als Theil- oder Conjugationszustände zu bestimmen, er liess die Frage daher offen, neigte aber doch mehr zu ihrer Auffassung als Conjugationszustände.

Auch Stein fand die nur halb umhüllten Formen bei Ceratium Furca und Tripos, erklärte sie aber für verstümmelte Exemplare, welche die nackten Theile durch Neubildung ergänzt hätten. Dass nun aber diese Zustände nicht durch Verstümmelung entstanden sein können, folgt wohl bestimmt daraus, dass bei allen von beiden Beobachtern abgebildeten die fehlende Schalenhälfte stets ein ganz bestimmter Theil der Hülle ist, nicht etwa eine zufällig abgebrochene Partie. Das Gleiche besagen endlich auch die Beobachtungen Blanc's an Ceratium Hirundinella.

Die Hülle erscheint nämlich bei den fraglichen Individuen stets durch eine schief zur Längsaxe des Körpers verlaufende Linie halbirt und zwar zieht diese Linie etwa von der Mitte der rechten seitlichen Vorderhälfte zu der der linken hinteren Seitenhälfte, sowohl auf der Rück- wie der

10



Erklärung des Holzschnittes Fig. 10. Schema des Zerfalls der Hülle von Ceratium Tripos bei der schiefen Zweitheilung. Die linke Figur zeigt die Bauchseite, die rechte die Rückseite, beide in der Ansicht von der Bauchseite. Die Tafelnäthe, längs welcher der Zerfall geschieht, sind durch die Schraffirung bezeichnet.

Bauchseite. Ein genaueres Studium der Abbildungen von Stein und Bergh lässt dann ferner mit genügender Sicherheit, wie mir scheint, erkennen, dass die Trennung der beiden Schalenhälften längs der Nähte gewisser Tafeln geschieht und zwar in übereinstimmender Weise bei allen hierauf genauer untersuchten Ceratien. Um eine weitläufige wörtliche Beschreibung zu ersparen, habe ich auf nebenstehendem Holzschnitt für Ceratium Tripos die Nähte der Tafeln angegeben, längs welcher, aller Wahrscheinlichkeit nach, die Trennung sich vollzieht. Fig. a zeigt die Trennungslinie auf der Bauch-, Fig. b auf der Rückseite und zwar die Rückseite gleichfalls in ventraler Ansicht.

Man begegnet nun in gleicher Weise Individuen, welche noch die rechte (53, 7 b) und solchen, welche die linke Hälfte der Schale besitzen; schon diese Erfahrung scheint mir zu Gunsten der Ansicht zu sprechen, dass hier Theilzustände vorliegen, bei welchen jedes der Theilindividuen eine Schalenhälfte mit sich nahm. Weiter spricht hierfür der Umstand, dass die schiefe Trennungslinie der Hülle im Allgemeinen denselben Verlauf zu nehmen scheint, wie die Theilebene bei den Peridiniden, soweit ich hierüber nach den Erfahrungen Stein's, Klebs' und eigenen zu urtheilen vermag. Auch hier scheint nämlich die Theilebene von rechts vorn nach links hinten zu ziehen. Endlich haben wir nun noch die Beobachtungen Blanc's über Ceratium Hirundinella, welche einen solchen Theilungsvorgang fast zur Gewissheit erheben. Derselbe fand bei dieser Art, wie schon früher geschildert wurde, Theilungszustände des Kernes unter Vermehrung des Nucleolus zu zweien und bisquitförmiger Einschnürung des Nucleus. Die Anfangsstadien dieses Theilungsprocesses wurden bei Individuen beobachtet, die äusserlich keine Veränderung zeigten; der fortgeschrittenste Theilungszustand des Kernes fand sich aber in einem Individuum, welches von einer ringförmigen Furche umzogen war, deren Verlauf recht wohl mit der oben geschilderten Trennungslinie der beiden Hüllhälften übereinstimmt (53, 9 b). Leider scheint gerade die Untersuchung dieses entscheidenden Zustandes nicht besonders gelungen zu sein. Der Verlauf der Furche auf der vorderen rechten Seite stimmt genau mit der Trennungslinie der Hülle (bei Stein und Bergh) überein, auf der linken hinteren Hälfte dagegen wird er etwas abweichend angegeben. Die Furche soll nämlich hier auf der rechten Seite der Basis des grossen hinteren Hornes (aah) verlaufen, so dass dieses bei der Theilung dem linken Sprössling verbliebe. Letzteres ist aber wahrscheinlich unrichtig, da dieses Horn, welches von der Antapicalplatte entspringt, nach den Erfahrungen Stein's und Bergh's der rechten Hüllhälfte verbleibt. Wir sind um so mehr berechtigt, in diesem Punkt einen Irrthum bei Blanc zu vermuthen, als derselbe gleichfalls Individuen mit hälftiger Hülle beobachtete und sie mit Recht als Sprösslinge deutet, welche dem beschriebenen Theilungsact entstammen, aber bei einem solchen Sprössling, welcher die linke vordere Hälfte der Hülle besitzt, lässt er das hintere Horn fehlen, dasselbe verbleibt also auch nach seiner

Wahrnehmung dem rechten Theilsprössling. Das eben erwähnte Exemplar ist noch desshalb interessant, weil ihm das hintere Horn und das rechte Seitenhorn auch als Protoplasmagebilde noch völlig fehlten. Der nackte, von der verbliebenen linken vorderen Hüllhälfte nicht bedeckte Plasmakörper bildete nur eine unregelmässig vorspringende Masse, welche augenscheinlich im Auswachsen begriffen war. Die Längsfurchengeissel ist auf der Abbildung angegeben, das Individuum war also beweglich.

Noch ist hervorzuheben, dass auch das Verhalten des Kernes in dem geschilderten Individuum mit der ringförmigen Furche für den Theilungsprocess sprach; der tief bisquitförmig eingeschnürte Kern stand nämlich mit seiner Längsaxe senkrecht zu der vermuthlichen Theilebene, so dass seine eine Hälfte in die rechte hintere Hälfte, die zum rechten Sprössling wird, hineinragte, die andere Hälfte in die linke Vorderhälfte, welche den linken Sprössling erzeugt.

Leider wird über die Geisselverhältnisse der mit Kerntheilungen versehenen Individuen nichts berichtet; vielleicht waren die Geisseln rückgebildet und bilden sich für die beiden Sprösslinge neu. Immerhin dürften wir den Theilungsvorgang auch dann zu den im beweglichen Zustande erfolgenden rechnen.

Aus dem Mitgetheilten scheint mit ziemlicher Sicherheit hervorzugehen, dass Blanc die richtige Deutung des Vorganges gegeben hat und demnach bei den Ceratien schiefe Zweitheilung im beweglichen, oder wenigstens unencystirten Zustand vorkommt, wobei jeder Sprössling die Hälfte der Schalenhülle mitnimmt und nach erfolgter Isolirung die mangelnde Körperhälfte sammt dem zugehörigen Theil der Hülle hervorbildet.

Diese Auffassung wird namentlich auch durch das entsprechende Verhalten der Hülle bei der Längstheilung der Exuviaella marina unterstützt. Nach den Erfahrungen Pouchet's (37 u. 48) nimmt hierbei, ähnlich wie bei der Theilung der Bacillariaceen, jeder der Sprösslinge eine der beiden Schalenklappen mit sich; die Theilung scheint jedoch in diesem Falle stets im geissellosen Zustande stattzufinden, der Vorgang gehörte also eigentlich unter den folgenden Abschnitt.

Andererseits kann jedoch auch bei gewissen Dinoflagellaten ein Theilungsprocess im beweglichen Zustande, ohne Betheiligung der Hülle, analog den Verhältnissen bei Polytoma unter den Flagellaten, vorkommen. Klebs (45) hat dies für Glenodinium obliquum festgestellt. Der Weichkörper zerfällt hier durch schiefe Längstheilung innerhalb der Hülle und ohne Verlust der Geisseln in zwei Sprösslinge (51, 12), welche sich wahrscheinlich später, nach Abstreifung der Hülle und unter Neubildung besonderer Geisselsysteme isoliren werden.

B. Vermehrung durch einfache oder fortgesetzte Zweitheilung im ruhenden Zustande einschliesslich der Encystirungsvorgänge überhaupt.

Es wurde schon früher bemerkt, dass solche Vermehrungsprocesse bei den Dinoflagellaten sicher die häufigeren sind. Wie bei den Fla-

gellaten kann der Ruhezustand entweder nur in dem Verlust der Geisseln bestehen und die Theilung sich dann nur wenig von den im vorigen Kapitel beschriebenen Vorgängen unterscheiden, oder es umhüllt sich der ruhende Körper gleichzeitig mit einer besonderen Cystenmembran, unter deren Schutz die Theilung geschieht. In letzterem Fall geht die Schalenhülle, insofern eine solche existirte, nach der Encystirung gewöhnlich verloren. Der Theilungsvorgang selbst ist in den sicher bekannten Fällen die schiefe Zweitheilung, welche schon im vorigen Kapitel erörtert wurde. Dieselbe kann sich an den Theilsprösslingen unter Umständen noch mehrfach wiederholen, so dass die Zahl der in einer Cyste enthaltenen Nachkommen ziemlich beträchtlich werden kann.

Bei manchen Formen wurden auch Cystenbildungen beobachtet, ohne Nachweis gleichzeitiger Vermehrung; wir können dieselben zur Zeit nicht scharf von den ersterwähnten trennen und werden sie desshalb nicht gesondert besprechen. Einen Unterschied zwischen Cysten- und Dauerzuständen zu machen, wie wir es bei den Flagellaten gehalten haben, scheint bei den Dinoflagellaten schwierig, doch liegen Beobachtungen über Encystirungsprocesse vor, welche wohl auf die Bezeichnung Dauerzustände Anspruch machen dürfen. Uebrigens besitzt ja die Unterscheidung der Ruhe- und Dauerzustände keine grosse Bedeutung.

Ziemlich die einfachsten Theilungsvorgänge im ruhenden Zustande dürften nach den übereinstimmenden Angaben von Stein und Klebs bei den Peridiniden vorkommen.

Die Beobachtungen beider Forscher beziehen sich auf Peridinium tabulatum und cinctum. Nachdem das Peridinium seine Geisseln verloren hat, was zweifellos durch Abwerfen geschieht, gelangt es zur Ruhe, zieht sich unter Condensation des Plasmas in der Schalenhülle kuglig zusammen, wobei die Furchen ganz verschwinden sollen und scheidet hierauf eine gallertige Umhüllung aus, unter deren speciellem Schutz die Theilung geschieht. Letztere erfolgt als schiefe Längstheilung, wobei die Theilebene nach den Erfahrungen von Klebs einen ziemlich spitzen Winkel mit der Längsaxe bildet (52, 6d). Der Kern (n) ist mittlerweile in die Mitte der Kugel gerückt und theilt sich nun, jedenfalls senkrecht auf der Theilebene (genaueres über den Vorgang der Kerntheilung ist unbekannt). Wenn die Tochterkerne etwas auseinandergerückt sind, bemerkt man nach Klebs längs der späteren Theilebene zwei dicht neben einander verlaufende dunkle Streifen, die gewöhnlich aus dunklen Körnchen zusammengesetzt sind (6d). Die ganze Erscheinung erinnert an die sogen. Zellplatte (Strassburger) bei der Theilung pflanzlicher Zellen. Hierauf vollzieht sich die Trennung der Sprösslinge, doch blieb der nähere Vorgang dabei noch unermittelt. Ich glaube aber annehmen zu dürfen, dass die Trennung durch eine allseitige ringförmige Einschnürung geschehen wird. Nach der Sonderung der Sprösslinge quillt die ungetheilt gebliebene Gallerthülle auf und sprengt die Schalenhülle längs der Querfurche (6e). Jetzt erst erlangen die ovalen bis kugligen

Sprösslinge allmählich wieder neue (?) Furchen und beginnen wohl auch die Production einer Schalenhülle, doch ist Näheres über ihre weitere Entwickelung noch unbekannt. Bei Peridinium cinctum kommt es nun nicht selten vor, dass der von der Gallerthülle umgebene kuglige Organismus schon vor der Theilung aus der alten Schalenhülle hervortritt; dieser Process leitet über zu der Bildung der Cysten mit festerer Haut. Auch Peridinium divergens zeigt Zweitheilung des zusammengezogenen Körpers innerhalb der Schalenhülle (Pouchet und Bütschli), wobei die Theilebene ganz denselben Verlauf hat wie bei den erstgenannten Peridinien (Bütschli). Wie Pouchet vermochte auch ich um die getheilten Körper keine Gallerthülle wahrzunehmen, doch schliessen sich diese Zustände vielleicht näher an die oben (s. p. 984) von Glenodinium obliquum geschilderten an.

An die besprochenen Vorgänge reihen sich die bei den Gymnodinien wahrgenommenen nahe an. Klebs bemerkte bei Gymnodinium fuscum Zweitheilung in einer nicht sehr dicken Gallerthülle; auch Stein bildet ein ruhendes Gymnodinium aeruginosum in einer sehr dicken Gallerthülle ab (51, 8), wogegen er bei Gymnodinium Vorticella Cysten mit dicht aufliegender, dünner, membranöser Hülle beobachtete. In den beiden letztgenannten Fällen besassen die encystirten Wesen, abgesehen von den Geisseln, ihre volle Ausbildung; dünnhäutige Cysten beobachtete auch Pouchet bei seinem Gymnodinium Archimedis.

Auch Glenodinium scheint sich hier anzureihen. Man findet häufig ruhende Formen desselben in kugliger bis ovaler zarter membranöser Hülle, welche nach Bütschli's Auffassung die Schalenhülle ist, deren Querfurche verstrich. Unter dem Schutz dieser Hülle wurde nun von Stein und Klebs auch Zweitheilung, von ersterem sogar Viertheilung beobachtet, wobei eine besondere Gallerthülle nicht zur Ausbildung zu gelangen scheint. Dagegen fand Bergh ruhende Glenodinium cinctum mit sehr weit abstehender klebriger, also wohl gallertiger Hülle, und verfolgte auch innerhalb derselben Zweitheilung (51, 10d). Mir scheint dass die letzteren Zustände aus den erstgeschilderten hervorgehen können, indem die ursprüngliche Schalenhülle unter Entwicklung einer Gallertcyste allmählich verloren geht.

Bei nicht wenigen Formen bildet sich um den Körper der ruhenden Form statt einer Gallertumhüllung eine membranöse festere Cystenhaut, und derartige Cysten scheinen dann meist die Schalenhülle abzustreifen. Ein solcher Vorgang wurde von Stein bei Goniodoma acuminatum gut dargestellt. Die in der Schalenhülle gebildete Cyste mit ziemlich derber Haut ist kuglig und ihr Inhalt lässt von den Furchen nichts mehr erkennen. Derselbe theilt sich nach Abstreifung der Schalenhülle in zwei oder weiter in 4 Sprösslinge (52, 5d), welche auf Stein's Abbildungen die Querfurche schon deutlich zeigen. — Schon in den fünfziger Jahren, konnte Lieberkühn einen ganz entsprechenden Vorgang bei Ceratium tetraceros vortrefflich beobachten, leider wurden aber

die Beobachtungen nicht veröffentlicht. Aus seinen mir vorliegenden Abbildungen geht hervor, dass sich in der Schalenhülle auch hier eine kuglige Cyste bildet, an deren Inhalt die Furchen deutlich erhalten bleiben; die weiteren Abbildungen (53, 7c—d) zeigen drei Sprösslinge (4 ?) mit wohl entwickelten Furchen in der Cyste, die Theilung schreitet also auch hier mindestens bis zu der Vierzahl fort. — Kuglige, dünnhäutige Cysten mit Vermehrung des encystirten Körpers durch deutlichste Längstheilung bildet Stein auch für Amphidinium opercul. u. lac. ab; es scheint, dass die Querfurche hierbei immer erhalten bleibt (54, Fig. 6d). Etwas modificirt erscheint schliesslich ein analoger Vorgang bei dem interessanten Pyrophacus, indem sich die Schalenhülle als weiterer Schutz der ziemlich derbhäutigen Cyste gewöhnlich zu erhalten scheint; die Zweitheilung wird hier wohl wie bei den nahe verwandten Peridinien schief längs verlaufen (54, 3c). — Endlich will Gourret bei Podolampas (seiner Parroecelia) Cysten innerhalb der Schalenhülle beobachtet haben, deren Inhalt in eine grössere Anzahl rundlicher Körper zerfiel. Die Abbildungen lassen übrigens von einer Cystenhülle um diese Körper nichts erkennen.

Auch Stein konnte bei Ceratium tetraceros Encystirung in der Schalenhülle beobachten und sah die Cysten später frei werden. Dieselben waren jedoch, im Gegensatz zu den eben geschilderten immer etwas unregelmässig eckig, entsprechend der gehörnten Gestalt des Ceratiums. Theilung des Inhalts wurde nicht beobachtet. Letztere Cysten scheinen entschieden mehr die Natur von Dauerzuständen zu haben, da sie nach Stein's Angabe den Winter über ohne Vermehrung ruhten. Aus einigen trat im Frühjahr ein mit noch dünner Hülle versehenes Individuum wieder hervor. Dieselben Dauerzustände hatte auch Lieberkühn schon beobachtet und auf seiner Abbildung zeigt die Cystenhülle deutlich die drei Hörner des Ceratiums als etwas unregelmässige Vorsprünge, aus welchen sich der Plasmakörper zurückgezogen hat. Die Cystenhülle ist mehrere Male dicker als die der ersterwähnten Cysten, was mit der Auffassung als Dauerzustände wohl harmoniren würde.

Dem gleichen Vorgange begegnen wir auch bei Ceratium Hirundinella, sowohl nach den alten Beobachtungen Lieberkühn's wie den neueren Stein's. Hier ahmt aber die dicke Cystenhülle (53, 9c) noch deutlicher die Gestalt des Ceratiums nach, da sie vier lange, den Hörnern entsprechende Fortsätze besitzt. Der Plasmainhalt der Cyste erstreckt sich auch hier nicht in diese Fortsätze hinein, dieselben scheinen vielmehr nach den übereinstimmenden Darstellungen der beiden Forscher solid zu sein. Die Abbildung Lieberkühn's lässt endlich eine deutliche Netzzeichnung auf der Oberfläche der Cystenhülle, ähnlich der der gewöhnlichen Schalenhülle erkennen. Die Bildung solcher Cysten muss ohne vorherige kuglige Zusammenziehung des Plasmas geschehen; erst nach der Abscheidung der Hülle zieht sich dasselbe aus den Hörnern allmählich zurück, wesshalb dieselben an der Cyste angedeutet bleiben.

Es scheint mir nun ziemlich sicher, dass die sog. gehörnten Cysten, welche zuerst von Claparède und Lachmann beschrieben, gleichzeitig aber auch von Lieberkühn aufgefunden und vorzüglich abgebildet wurden (nicht publizirt), den eben erwähnten Dauercysten der Ceratien analog sind. Leider glückte es bis jetzt noch nicht, die Abstammung dieser Cysten mit aller Schärfe festzustellen, wenn es auch wenig zweifelhaft ist, dass die des süssen Wassers zu Peridinium gehören.

Wahrscheinlich reihen sich in dieselbe Kategorie auch die Cysten, welche Stein bei seinem Peridinium umbonatum beobachtete; ihre Entstehung scheint nicht verfolgt worden zu sein; sie sind dickhäutig und länglich bohnenförmig; jedenfalls musste daher der Plasmakörper des Peridinium beim Uebergang in den encystirten Zustand eine Streckung erfahren, was auch für die gehörnten Cysten gilt. Wie bei letzteren erfolgt auch in den Cysten des Peridinium umbonatum Vermehrung durch Zweitheilung, doch blieb das Nähere des Vorganges unermittelt. Aehnlich gestaltete Cysten fand Klebs im süssen Wasser; ihre Herkunft blieb unbekannt, sie werden nur im Allgemeinen als ruhende Peridinidenformen characterisirt. Als besonders bemerkenswerth bezeichnet er für sie, dass der eingeschlossene Plasmakörper gewöhnlich eine weite Zellsafthöhle enthält, die von Plasmasträngen durchsetzt werde. Auch in diesen Cysten erfolgt Zweitheilung, jedoch bestimmt in querer Richtung zu der Längsaxe, welche doch sonder Zweifel der Längsaxe des Peridiniums entspricht. Klebs, welcher bekanntlich entschiedener Vertheidiger der Längstheilung der Dinoflagellaten ist, äussert sich leider nicht näher, wie er diesen, von ihm selbst beschriebenen Fall der Quertheilung mit seiner Ansicht vereinigen will. Ich muss übrigens gestehen, dass ich nach den Abbildungen dieser Cysten bei Klebs etwas zweifelhaft werden könnte, ob dieselben wirklich von Dinoflagellaten herrühren.

Die gehörnten Cysten des süssen Wassers, welche von Stein vermuthungsweise zu Peridinium cinctum und tabulatum gezogen werden, haben nun desshalb besonderes Interesse, weil, die Richtigkeit dieser Vermuthung vorausgesetzt, bei ihrer Erzeugung gewisse Gestaltsveränderungen der Peridinien stattgefunden haben müssen, welche die Bildung der hornartigen Fortsätze veranlassten, denn die betreffenden Peridinien besitzen keine solche. Die Cysten sind mehr oder weniger lang spindelförmig und entweder (? Peridinium cinctum, 52, 10a—e) nur an dem einen Pol in einen hornartigen, zugespitzten Fortsatz verlängert oder an beiden Polen (? Peridinium tabulatum, 52, 11). Der einfache Fortsatz der erstgenannten Cysten entspricht dem Hinterende des eingeschlossenen Peridinienkörpers; dies lässt sich stets deutlich erkennen, da in den meisten Cysten der Peridinienkörper, abgesehen von dem Mangel der Geisseln, vollständig organisirt ist. Nicht immer scheint es jedoch so zu sein, denn bei Claparède und Lachmann, wie bei Lieberkühn finden sich Abbildungen solcher Cysten, deren Inhalt keine Furchen zeigt und bei Lieberkühn auch solche letzterer Art, wo der Inhalt die Cyste völlig erfüllt und bis

in die Spitzen der Hörner hineinragt. Wir dürfen wohl annehmen, dass solche Cysten jugendlicher sind und uns über die Bildung der Hörner Aufschluss geben. Der Peridinienkörper muss sich am einen oder an beiden Enden in solche Fortsätze verlängert haben, als die Cystenmembran abgeschieden wurde. Später zog er sich dann aus den Hörnern zurück und nahm wieder eine der normalen entsprechendere Gestalt an, wobei gleichzeitig, wie wir es auch bei den Ceratiencysten fanden, die ursprünglich hohlen Hörner durch weitere Ausscheidung zu soliden umgebildet wurden, denn als solche sind die Hörner auf den Abbildungen der drei erwähnten Forscher in übereinstimmender Weise dargestellt.

Es lässt sich heute kaum eine Vermuthung über die Bedeutung dieser eigenthümlichen Hörnerbildung äussern. Nur die Abbildungen Lieberkühn's können vielleicht einen Wink in dieser Hinsicht geben, denn sie zeigen mehrere solche Cysten, die mit dem einen Horn festgeheftet sind. Darunter ist namentlich eine mit reticulirter Cystenhaut, deren etwas abweichende Gestalt auch anzudeuten scheint, dass sie von einer anderen Art herrühren muss wie die bei Stein beschriebenen. Bemerkenswerth scheint auf diesen Abbildungen auch eine doppeltgehörnte Cyste, welche ein völlig organisirtes Wesen enthält, dessen Längsfurchengeissel aus einer Oeffnung des hinteren Hornes hervorragt. Die eben geäusserte Ansicht über die eventuelle Bedeutung der Fortsätze der gehörnten Cysten der Peridinien findet eine directe Stütze in der Beschaffenheit der von Cienkowsky beobachteten Cysten der Exuviaella Lima; dieselben sind birnförmig, d. h. mit einem spitzig auslaufenden Pol der im Allgemeinen ovalen, dünnhäutigen Hülle versehen und mittels dieses Fortsatzes festgeheftet. Weiter unten werden wir noch ganz ähnlich gebaute, festsitzende Cysten eines Gymnodinium's kennen lernen, die Pouchet auffand. Auch scheint es nach den Erfahrungen des letzterwähnten Forschers, dass vorübergehende Festheftung im Leben mancher Dinoflagellaten während des sogen. Häutungsprocesses vorkommt, welcher manche Uebereinstimmung mit der Encystirung zeigt und von dem im Kapitel über die Biologie unserer Abtheilung ausführlicher die Rede sein wird.*)

Claparède und Lachmann beobachteten auch in der Nordsee eine sehr langgestreckte doppeltgehörnte Cyste. Wenn man annehmen will, dass nur Peridinien derartige Cysten erzeugen können, müsste man sie wohl auf Peridinium divergens beziehen. Dies erhält noch dadurch eine Bestätigung, dass Gourret solche gehörnte Cysten nicht selten im Mittelmeer fand und gleichfalls auf Peridinium divergens bezog. Er will

*) Auch in der neuesten Arbeit Pouchet's (48) findet sich die Beschreibung einer Erscheinung an Exuviaella Lima, welche viel Aehnlichkeit mit einem Encystirungsprocess hat. Pouchet beobachtete innerhalb der Schalenhülle geisselloser Individuen die Bildung einer farblosen, meist von einer deutlichen zarten Hülle umgebenen Kugel, neben welcher sich meist noch das Residuum der Chromatophoren, zu einem Häufchen zusammengeballt, vorfand. Letzterer Umstand namentlich macht es sehr zweifelhaft, ob hier ein Encystirnngsprocess oder, was ich für wahrscheinlicher halte, die Entwickelung eines parasitischen Organismus vorlag.

die Bildung dieser Cysten so beobachtet haben, dass der zusammengezogene Peridinienkörper, nur von einer feinen Cystenmembran umkleidet, aus der Schalenhülle hervortritt und erst nach dem Freiwerden unter Verdickung der Membran die Hörner bildet.*)

Die gehörnten Cysten der Peridinien unterscheiden sich nun von denen der Ceratien, soweit sich bis jetzt urtheilen lässt, dadurch, dass unter ihrem Schutz lebhafte Vermehrung stattfindet. In den beiderlei Cysten des süssen Wassers kann die Vermehrung mindestens bis zur Vierzahl, nach der Abbildung einer doppeltgehörnten Cyste bei Lieberkühn wahrscheinlich zuweilen auch bis zur Achtzahl fortschreiten. Acht Sprösslinge beobachtete Claparède auch in der langen marinen Cyste. Aus Stein's und Lieberkühn's Beobachtungen scheint bestimmt hervorzugehen, dass die sich theilenden Individuen stets deutliche Furchen zeigen (52, 10b, 11). Die Theilung verläuft in der von früher bekannten Weise schief zur Längsaxe, wie die Figuren Stein's sicher angeben (s. Fig. 10b und 11, T. 52).

Was Gourret über die Theilung des Inhaltes der Cysten von Peridinium divergens berichtet, scheint zum geringsten Theil auf eigenen Beobachtungen zu beruhen und wird noch dadurch verwirrt, dass er die an dem ungetheilten Inhalt oder den Sprösslingen nicht selten zu beobachtende Quer- und Längsfurche für die Andeutung neuer Theilungen hält, wodurch er zu der seltsamen Vorstellung einer Dreitheilung solcher Sprösslinge gelangt und glaubt, dass die Zahl derselben in einer Cyste bis auf 24, ja 62 steigen könne, was durchaus unbewiesen, ja unwahrscheinlich ist. Ueberhaupt sind die Begriffe, welche Gourret von Cysten und Larven hat, etwas verwirrt; so bezeichnet er die gehörnten Cysten als Larven und die darin eingeschlossenen Sprösslinge als Cysten. Was er weiterhin von freischwimmenden Larvenformen dieses Peridiniums berichtet, beruht der Hauptsache nach auf irrigen Deutungen, indem er gewisse Peridinidenformen, ja sogar ein Phalacroma, für solche Larven hielt.

In den gehörnten Cysten, wie in den Dauercysten der Ceratien tritt eine eigenthümliche Umlagerung der Chromatophoren ein, auf welche Stein aufmerksam machte. Die Chromatophoren ziehen sich nämlich von der Oberfläche, unter welcher sie, wie früher bemerkt, lagern, in das Centralplasma zurück und sammeln sich bei den Ceratien in einer Zone um den Kern an. Stein zeichnet bei Ceratium eine angeblich zusammenhängende Zone bräunlichen Pigmentes um den Kern (53, 9c, pi), in welcher einzelne Chromatophoren nicht zu unterscheiden sind. Hieraus folgern zu wollen, dass sich die Chromatophoren bei dieser Zusammenhäufung vereinigen, scheint mir etwas gewagt. In den gehörnten Cysten von Peridinium erfolgt diese Concentrirung der Chromatophoren gleichfalls, und zwar sammeln sie sich entweder zu einem centralen Haufen oder zu zweien, je einem im Vorder- und Hinterleib. Doch scheint der Kern dabei nicht als Centrum zu fungiren, da er neben dem

*) Auch Pouchet (48) hat dieselben Cysten neuerdings mehrfach beobachtet, möchte sie jedoch zu Gymnodinium ziehen, wofür ausreichende Gründe nicht angegeben werden. Weiterhin fand er eine marine doppeltgehörnte Cyste mit ungetheiltem Inhalt, die er gleichfalls von einem Gymnodinium (nahe verwandt mit G. spirale B.) abzuleiten versucht. In letzterem Fall erscheint die Deutung gesicherter, da er die fragliche Form auch im nicht encystirten Zustande auffand.

Chromatophorenhaufen liegt. Stein bildet dann weitere Cysten von Peridinium cinctum (?) ab, an welchen Chromatophoren nicht mehr erkennbar sind, dagegen an Stelle des Chromatophorenhaufens eine oder mehrere rothe Oelkugeln, welche nach seiner Auffassung durch Umbildung der Chromatophoren entstanden. Letzteres halte ich noch für unbewiesen Er bemerkt weiter, dass diese Oelkugeln allmählich resorbirt würden.

Schon bei früherer Gelegenheit wurde betont, dass die Bildung rothen Oels im Plasma ruhender Zustände recht häufig ist; auch Klebs hebt dies hervor und gibt bei dieser Gelegenheit noch an, dass der braune Farbstoff unter diesen Umständen mehr und mehr zurücktrete; ob er wirklich verloren geht oder nur verdeckt wird, wird jedoch nicht gesagt. Die letzterwähnten Angaben von Klebs beziehen sich im Speciellen auf Dauerzustände, welche er bei gewissen Peridinien (tabulatum und cinctum) beobachtet haben will. Dieselben sollen entstehen, wenn man die Peridinien auf dem Objectträger allmählich eintrocknen lässt; dabei ziehe sich (Perid. tabulatum) das Plasma in der Schalenhülle zusammen und scheide eine Cystenhaut aus, welche aus einer dünnen, cuticularen äusseren und einer dickeren, weicheren inneren Schicht bestehe und keine Oberflächenstructur zeige. Aehnlich verhalte es sich auch mit Peridinium cinctum, doch werde hier die Schalenhülle „von vornherein" abgeworfen. Im Allgemeinen hätten also diese Cystenzustände ziemliche Aehnlichkeit mit den gewöhnlichen Theilcysten, doch finde ich bei keinem der anderen Beobachter eine Angabe über Doppelschichtigkeit der Cystenhülle.

Am Schlusse dieses Abschnittes wollen wir noch kurz über einen eigenthümlichen Vermehrungsprocess berichten, welchen Pouchet (47) in jüngster Zeit von einem marinen Gymnodinium beschrieben hat.

Bis jetzt liegt darüber nur ein vorläufiger Bericht vor, der eine ausreichende Beurtheilung nicht zulässt. Pouchet fand auf den Schwänzen von Appendicularien kleine (0,02 Mm), anfänglich ungefärbte, später braune, von einer zarten Membran umhüllte, einkernige Körper, die mit einem stielförmigen Pol ihres im Allgemeinen birnförmigen Körpers festgeheftet waren und allmählich bis zu einer Länge von 0,180 Mm. heranwuchsen. Dann lösten sie sich von dem Stiel ab und wurden nun in grosser Menge an der Meeresoberfläche freischwimmend gefunden. Letztere Gebilde begannen dann einen Vermehrungsprocess durch fortgesetzte Zweitheilung. Inwiefern sich die Membran daran betheiligt, kann ich aus der Darstellung nicht hinreichend erkennen, doch macht letztere mir den Eindruck, als wenn es sich dabei um die Bildung pleurococcusartiger Verbände handelte, wie wir sie bei der fortgesetzten Zweitheilung gewisser Flagellaten im Ruhezustand (Chlamydomonadinen) fanden. Nachdem durch reiche Vermehrung der Durchmesser der Sprösslinge bis auf 0,01 Mm. gesunken ist, werden dieselben in Gestalt kleiner Dinoflagellaten beweglich Wie diese sich weiter verhalten und schliesslich wieder auf den Appendicularien zur Ruhe gelangen, wurde nicht festgestellt.*)

---

*) Aus der mittlerweile veröffentlichten genaueren Schilderung dieser Vorgänge ergibt sich im Allgemeinen nicht viel mehr, als was wir schon im Text auf Grund der vorläufigen Mittheilung berichteten. Nachzutragen wäre hauptsächlich, dass die erste Theilung fast stets eine Längstheilung ist, jedoch zuweilen auch quer zu der Längsaxe der birnförmigen Gebilde verlaufen soll. Auch wird im Allgemeinen bestätigt, dass unsere Auffassung des Theilungsactes, als analog mit dem gewisser ruhender Flagellaten, richtig ist. Jede Theilung scheint zunächst unter dem Schutz einer dünnen Cystenhülle zu geschehen, die sich jedoch nach vollzogener Sonderung der Sprösslinge rasch auflöst, so dass letztere frei werden. Dann bildet

C. Ueber das Vorkommen unvollständiger Theilung.

Schon bei den Flagellaten fanden wir, dass zuweilen unvollendete Theilzustände auftreten, bei welchen die Theilung auf recht verschiedenen Stadien sistirt sein konnte und die so entstandenen, seltsamen Doppelindividuen nun, wie gewöhnliche, frei umherschwärmten. Auch fanden wir bei jener Gelegenheit, dass solche Doppelindividuen gelegentlich als Copulationen betrachtet wurden. Letzteres hat nun höchstwahrscheinlich bei unserer Gruppe gleichfalls stattgefunden. Auch hier begegnet man solchen Doppelindividuen, sowohl im beweglichen wie ruhenden Zustande. Bewegliche Formen solcher Art fand schon Ehrenberg bei Gymnodinium fuscum, Glenodinium pulvisculus und cinctum und hielt sie für Längstheilungen, worin ihm Perty und Claparède folgten. Stein dagegen erklärte sie für Copulationen, an welche er dieselbe Hypothese von der Entwicklung innerer Embryonen aus den vereinigten Kernen anknüpfte, die wir schon bei den Flagellaten besprachen. Klebs erhob sich zuerst für die, schon namhaft gemachte Auffassung dieser Vorkommnisse, indem er bei Gymnodinium ihr Hervorgehen aus unvollendeter Theilung direct beobachtet haben will.*)

Für die letztere Deutung spricht denn auch eine Reihe von Gründen. Die Doppelindividuen (51, 11 a—b) sind immer so mit einander vereinigt, wie es ihre Entstehung aus unvollständiger Theilung verlangt. Die Vereinigungsebene der beiden Individuen liegt nämlich, wenn wir sie als Theilzustände auffassen, ganz analog der schiefen Längstheilungsebene, zieht also von vorn rechts nach hinten links. Demnach stehen auch die beiden Individuen, wie bei der Theilung nicht direct neben einander, sondern das linke weiter vor wie das rechte.

Auch das Verhalten der Schalenhülle bei den Doppelindividuen beschalter Gattungen spricht gegen ihre Auffassung als Copulationen. Beide werden nämlich von einer gemeinsamen Hülle umkleidet, welche der Doppelgestalt des Körpers genau entspricht. Es wäre schwer vorstellbar, wie bei einer Verschmelzung eine solche schrittweise Vereinigung der Hüllen eintreten könnte, dennoch möchte ich einen derartigen Vorgang nicht für ganz unmöglich halten. — Ferner hat Bütschli (46) ruhende Zustände dieser Art bei Glenodinium cinctum viele Tage verfolgt, ohne die geringste Veränderung, weder im Sinne der Vollendung der Theilung, noch der

---

jeder Sprössling eine neue zarte Hülle und so fort. Bei zuweilen eintretender Behinderung der weiteren Theilung können die Sprösslinge auch successive mehrere in einander geschachtelte Hüllen ausscheiden. Im Verlaufe der fortgesetzten Vermehrung nimmt der Gehalt an braunem Farbstoff mehr und mehr ab, so dass die frei werdenden Gymnodinien nahezu farblos sind. Ausser den birnförmigen Körpern, deren Herkunft von den gestielten Cysten der Appendicularien sicher erscheint, finden sich an der Meeresoberfläche noch ähnliche eiförmige, welche genau dieselbe Weiterentwicklung durchlaufen und die daher auch wohl eine ähnliche Herkunft haben.

*) Auch Pouchet (48) beobachtete bei dem auf vorhergehender Seite erwähnten Gymnodinium zuweilen bewegliche, durch unvollendete Theilung entstandene Doppelindividuen.

weiteren Verschmelzung wahrzunehmen. Nach Analogie der Verhältnisse bei den copulirenden Flagellaten hätten wir endlich Grund zu der Annahme, dass bei der Copulation die Vereinigung mit gleichnamigen Stellen, wahrscheinlich den Geisselinsertionen, geschehe, welcher Voraussetzung die Doppelindividuen gleichfalls widersprechen.

Die weiteren Entwicklungsstadien, welche Stein diese angeblichen Zygoten durchlaufen lässt, dürfen wir aber getrost, wie bei den Flagellaten, als irrige betrachten, hervorgerufen durch Entwicklung eines parasitischen Organismus; denn er schildert sie ganz wie die gewisser Flagellaten, und letztere verdienen eine solche Beurtheilung sicherlich. Nur die Doppelwesen, welche Stein von Amphidinium lacustre abbildet (54, 7 b), erscheinen in dieser Hinsicht etwas zweifelhaft, ich werde desshalb bei der Besprechung der Copulation nochmals auf sie zurückkommen.

Wenn wir nun zugeben, dass die Doppelformen der Peridinien keine Copulations-, sondern sistirte Theilzustände sind, so sind dieselben vielleicht geeignet, einige nähere Aufschlüsse über gewisse Verhältnisse des Zweitheilungsprocesses zu geben, da sie dann gewisse Stadien fixirt und eingehenderem Studium zugänglich, vorführen. So konnte Bütschli an ruhenden Doppelwesen des Glenodinium cinctum beobachten, dass die, beiden Individuen gemeinsame Querfurche stark in die Länge gezogen war, also nun eine steile, rechts gewundene Schraube darstellte, ähnlich wie sie bei dem Gymnodinium spirale Bergh (51, 5) dauernd erscheint. Die schon durch eine schwache Einschnürung angedeutete Theilebene lief in der bekannten Weise, so dass sie die noch gemeinsame Querfurche in eine rechte und linke Hälfte zerlegte. Die beiden Halbwesen hatten stets schon gesonderte Kerne. Aus diesen Ergebnissen scheint zu folgen, dass bei der schiefen Längstheilung der Peridinien, insofern diese bei Individuen stattfindet, welche die Querfurche noch besitzen, letztere so zerlegt wird, dass das eine Individuum die eine, das andere die andere Hälfte derselben mit sich nimmt, worauf dann an den getrennten Sprösslingen Ergänzung der Furche eintritt. Dieses Resultat harmonirt denn auch gut mit den Abbildungen Stein's über den Theilungsvorgang in den gehörnten Cysten von Peridinium (52, 10 b), der Längstheilung von Amphidinium und den Ergebnissen über die Theilung im freien, beweglichen Zustande.

10. Copulations- und Conjugations-Erscheinungen.

Obgleich wir annehmen müssen, dass solche Vorgänge auch bei unserer Abtheilung nicht fehlen, liegen leider keine hinreichend gesicherten Beobachtungen darüber vor. Wir erwähnten schon im vorigen Abschnitt, dass die von Stein abgebildeten Copulationsformen wohl eine andere Deutung erhalten müssen und dass nur für Amphidinium lacustre die Angelegenheit etwas zweifelhafter erscheint. Hier bildet nämlich Stein mit einander umher schwimmende, in verschiedenen Stellungen

zu einander befindliche Paare ab (54, 7 b), welche doch vielleicht die Anfänge von Copulation gewesen sein könnten.

Ueber Copulation bei Glenodinium cinctum berichtet auch Askenasy (46), welcher gefunden haben will, wie zwei wahrscheinlich nackte Individuen sich aneinander anlegten, indem sich die hintere Hälfte des einen an die vordere des anderen heftete, und beide in solcher Weise, anfänglich nur durch einen Punkt vereinigt, längere Zeit mit einander umherschwammen, sich unter Umständen auch wieder losrissen und Verbindungen mit anderen Individuen eingingen. Nachdem die Vereinigungsstelle etwas umfangreicher geworden war, kamen die Paare plötzlich zur Ruhe. An der ruhenden Zygote liess sich aber eine weitere Veränderung nicht constatiren. Askenasy hält denn auch die ruhenden Doppelindividuen von Glenodinium, welche wir schon oben erwähnten, für Zygoten, doch kann ich mich zu dieser Annahme noch nicht entschliessen, auch wenn die von Askenasy beobachteten Vereinigungen wirkliche Copulationen waren, was ich nicht für zweifellos halte.

Zweifelhaft muss uns auch der Conjugationsakt erscheinen, welchen Joseph (29) von einem nicht weiter bekannten Peridinium stygium aus einer der Krainer Grotten beschrieb.

Es soll sich hier um einen wirklichen Conjugationsprocess, wie bei den Infusorien handeln, indem sich beide Individuen nur eine Zeit lang vereinigen. Die Vereinigung geschehe in der Weise, dass sich die Wesen in verwendeter Stellung, das Hinterende des einen nach vorn, das des anderen nach hinten gerichtet, mit den Geisselspalten (Mundspalte nach Joseph) aufeinanderlegen und durch hier ausgetretenes Plasma zu verkleben scheinen. „Die Kerne scheinen aneinander gerückt zu sein und bildeten eine Bisquitform, während die in ihrer Masse enthaltenen Körnchen in lebhafter Bewegung ergriffen waren.“ Nach einigen Stunden trennten sich die Individuen, worauf sie unter Geisselverlust in einen Ruhezustand übergingen. Nun sollen weitere Veränderungen an dem Kern dieser Ruhezustände eintreten. Bei den meisten soll derselbe einfach bleiben, zuweilen aber sich in zwei theilen, von welchen der eine in den Vorderkörper, der andere in den Hinterkörper rücke. Dann beginne der einfache, resp. doppelte Kern sich zu vergrössern, indem er das Plasma gewissermaassen aufzehre und schliesslich erfülle er, resp. die beiden Kerne, den ganzen Körper. Im letzteren Falle erscheint der Körper dann in zwei Kugeln (die vergrösserten Kerne) getheilt. Durch Zerfall der Schalenhülle werden nun die einfache oder die beiden Kugeln frei, nachdem sie eine zarte Hülle ausgeschieden haben. Die fernere Entwicklung verlaufe ganz verschieden, je nachdem eine oder zwei Kugeln gebildet wurden. In letzterem Falle entwickeln sich dieselben einfach zu jugendlichen Peridinien; im ersteren dagegen treten in der Kugel zahlreiche Bläschen auf, so dass dieselbe schliesslich ganz prall von solchen erfüllt ist; letztere werden endlich durch Bersten der Kugelhülle frei und entwickeln sich zu jugendlichen Peridinien.

So, wie die Mittheilung von Joseph vorliegt, als kurze nicht von Abbildungen begleitete Notiz, lässt sich schwerlich ein bestimmtes Urtheil über die beschriebenen Vorgänge gewinnen. Ich kann jedoch nicht verhehlen, dass mir die angeblichen Entwicklungsvorgänge im Gefolge der Conjugation recht zweifelhaft erscheinen.

11. Kettenbildung.

Schon in der historischen Einleitung erwähnten wir, dass Michaelis bei marinen Ceratien zuerst eine eigenthümliche Vereinigung zweier Individuen beobachtete, die er abbildete, im Text aber nicht erwähnte. Erst viele Jahre später wurden Murray und Pouchet auf diese Erscheinung wieder aufmerksam, wobei es sich herausstellte, dass viel mehr wie zwei Individuen in solcher Weise aneinandergereiht sein können, also eine wirkliche Kettenbildung statthaben kann (Taf. 53, 8 und 10a).

Nicht allein bei den Ceratien wurde übrigens dieses Phänomen beobachtet, sondern auch bei einer von Pouchet als Glenodinium cinctum gedeuteten marinen Form, deren Bestimmung aber, wie früher erwähnt, unsicher scheint. Endlich wurde noch bei einer Dinophysis (acuta var. geminata Pouchet = Dinophysis Homunculus Stein) das Zusammenhängen zweier Individuen constatirt, doch muss es zweifelhaft erscheinen, ob es sich hier um einen entsprechenden Vorgang handelte.

Die Kettenbildung der Ceratien beobachtete Pouchet bei C. Furca und Tripos; bei der ersteren Art stieg die Zahl der vereinigten Individuen bis auf acht, bei der letzteren wurden nur Ketten von zwei bis drei Individuen gefunden; bei Cer. Fusus fand Pouchet keine Ketten, doch bildete schon Michaelis solche von zwei Individuen ab. Die Zusammenfügung der Einzelwesen zu einer Kette geschieht bei den Ceratien immer in einer bestimmten Weise, woraus hervorgeht, dass es sich nicht um etwas zufälliges handelt. Alle Individuen der Kette sind gleich gestellt und das vordere Horn eines jeden heftet sich an die rechte ventrale Endstelle der Querfurche des Vorgängers (s. die Abbild. Taf. 53). Diese Art der Zusammenfügung ist schon auf den Abbildungen von Michaelis angedeutet; sie dürfte wohl damit zusammenhängen, dass das vordere Horn an seinem Ende geöffnet ist, also das hier freie Körperplasma sich bei der Vereinigung, resp. Festheftung, betheiligen kann. Fraglich ist es, ob es sich nur um eine Anheftung oder um eine wirkliche Vereinigung der Plasmakörper handelt.

Etwas anders sind die Ketten des fraglichen Glenodinium gebildet. Dieselben enthielten bis 4 Individuen, welche einfach hintereinander gereiht waren, so dass der vordere Pol des hinteren an dem hinteren des vorhergehenden befestigt war. Diese Kettenbildung erinnert, wie auch Pouchet bemerkte, an die von Allman beschriebenen Quertheilungszustände seines Peridinium uberrimum; es liegt daher die Möglichkeit vor, dass letztere solche Vereinigungen waren, was auch desshalb interessant erschiene,

weil dies der erste Fall von Kettenbildung bei einer Süsswasserform wäre.

Bei Dinophysis Homunculus kamen Vereinigungen zweier Individuen mittels der Rücken zur Beobachtung; sie berührten sich mittels eines am Rücken dieser Art vorspringenden Fortsatzes der Schalenhülle, wobei also das eine Individuum seine Bauchseite nach rechts, das andere nach links wendete. Die Verbindungsweise war demnach eine ganz andere wie bei den Peridiniden, wesshalb es auch etwas fraglich erscheinen muss, ob es sich um das gleiche Phänomen handelt.

Ganz unsicher ist zur Zeit die Bedeutung der Kettenbildung. Der nächstliegende Gedanke wäre der an Conjugation oder Syzygienbildung. Ein Fall, wie er dann bei den Ceratien vorläge, wäre nicht ganz ohne Analogie; denn auch bei der Syzygienbildung der Gregariniden konnte Frenzel neuerdings das Aneinanderhängen einer ganzen Anzahl Individuen, unter Kettenbildung beobachten*). Klebs spricht sich sehr bestimmt gegen eine solche Deutung aus, ohne aber seine Gründe zu entwickeln; er möchte in der Kettenbildung eine „rein biologische Erscheinung" erkennen, „eine Anpassungserscheinung an das pelagische Leben, welches sehr verschiedene Organismen zu einer solchen Kettenbildung führe." Welche Organismen er dabei im Auge hat, geht aus der Bemerkung nicht hervor, vielleicht die kettenbildenden Bacillariaceen und die Ketten der Salpen. In diesen Fällen handelt es sich aber immer um einen ursprünglichen Zusammenhang von Individuen, welche durch Theilung oder Sprossung aus gemeinsamer Stätte hervorgingen. Gerade letzteres scheint nun für die Ketten der Dinoflagellaten wenig wahrscheinlich; nichts deutet wenigstens darauf hin, dass dieselben durch fortgesetzte Theilung entstanden seien; man könnte höchstens vermuthen, dass die zahlreichen, durch fortgesetzte Theilung gebildeten Sprösslinge einer Cyste in solcher Kettenform ins Freie gelangten. Ich halte es daher für wahrscheinlicher, dass die Ketten nachträglich, durch Vereinigung ursprünglich isolirter Individuen entstehen und kann desshalb auch die Möglichkeit, dass das Phänomen mit Copulation etwas zu thun habe, einstweilen noch nicht für ausgeschlossen erachten**).

---

*) Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. 24, p. 545.

**) In seiner neuesten Publikation (48) theilt Pouchet noch einige weitere Beobachtungen über die Kettenbildung mit, ohne jedoch der Frage nach ihrer Bedeutung wesentlich näher zu kommen. Er neigt jetzt der oben schon angedeuteten Möglichkeit zu, dass die Ketten aus den Theilsprösslingen einer Cyste hervorgingen, nennt diese Vereinigungen jedoch auch häufig „Conjugationen." Er beobachtete nun auch eine Kette zweier Gymnodinium spirale, deren Vereinigung nach dem bei den Ceratien gewöhnlichen Modus gebildet war. Dagegen fand er einige Mal Verbindungen zweier Ceratium Fusus in ganz abweichender Weise, indem beide Individuen in gleicher Orientirung neben einander lagen und in der Gegend der Querfurche vereinigt schienen. Hinsichtlich der oben geschilderten Paare von Dinophysis hebt er jetzt hervor, dass die beiden vereinigten Individuen nicht gleich gebildet, sondern spiegelbildlich verschieden seien; das eine ein rechtes, das andere ein linkes Exemplar. Mir scheint dies etwas zweifelhaft, da solche Verschiedenheiten noch von Nie-

Wie aus den obigen Bemerkungen hervorgeht, sind die bis jetzt vorliegenden Untersuchungen noch zu aphoristische, um die Natur der jedenfalls sehr interessanten Erscheinung näher zu bestimmen.

12. System der Dinoflagellaten.

A. Historisches.

Bezüglich der Ansichten Ehrenberg's und Dujardin's über die systematische Stellung unserer Gruppe können wir füglich auf den historischen Abschnitt verweisen, wo dieselben schon erörtert wurden. Siebold reihte 1848 die Dinoflagellata als Familie der Peridinäen in seine Ordnung der Astoma ein; sie fanden hier ihren Platz neben einer Anzahl Flagellaten, welche die Familie der Astasiaea bildeten. Bei Perty begegnen wir ihnen als Familie der Peridinida unter seinen Filigera und erst Claparède und Lachmann trennten sie von den übrigen Flagellaten als besondere Ordnung der Cilioflagellata ab. Von Diesing wurden sie 1866 zu einem besonderen Typus der „Trichosomata" unter den Mastigophora erhoben und in zwei Familien, die der Mallomonadinea und der Peridinea gesondert. Die erste Familie enthält neben Mallomonas, die, wie wir schon bei den Flagellaten erfuhren, gewiss nicht hierhergehört, noch die Gattung Prorocentrum, die zweite Familie alle übrigen Dinoflagellaten, unter welchen Diesing eine ziemliche Anzahl neuer Genera errichtete, die aber fast alle unhaltbar erscheinen.

Wie auf anderen Gebieten des Systems schloss sich auch Kent (32) in seinem systematischen Versuch Diesing darin an, dass er in seine Ordnung der Cilioflagellata eine Reihe nicht hierhergehöriger Formen aufnahm, welche neben den Geisseln noch Cilien besitzen sollen. Alle echten Dinoflagellaten finden sich bei ihm in der Familie der Peridiniidae, der er noch 4 weitere Familien anreihte; einmal wie Diesing die Mallomonadidae (nur Mallomonas enthaltend), ferner die Heteromastigodae (auf die Gattung Heteromastix gegründet, deren Nichthierhergehörigkeit wir schon bei den Flagellaten p. 830 erörterten), endlich die beiden Familien der Stephanomonadidae und Trichonemidae, jede derselben mit zwei Gattungen. Zwei dieser Genera wurden von Fromentel (Flagell. No. 146) aufgestellt: Stephanomonas und Trichonema, sie sind ganz zweifelhafter Natur und unsicher, wie die Beschreibungen dieses Autors gewöhnlich. Die Gattung Astmathos von Salisbury, eine parasitische Form des Menschen, bedarf gleichfalls erneuter Untersuchung; nach den jetzigen Schilderungen gehört sie zu den zweifelhaftesten Protozoen, was in gleichem

---

mandem sonst bei dieser Gattung wahrgenommen wurden. Schliesslich schildert er noch paarweise Vereinigung bei Prorocentrum micans; die beiden Individuen waren mit den entgegengesetzten Seiten in im Allgemeinen gleicher Orientirung vereinigt, doch ihre Längsaxen unter einem Winkel von etwa 45° gekreuzt. Speciell der letztgeschilderte Fall scheint auch mir auf unvollständige Theilung rückführbar und gehörte daher vielleicht besser in ein früheres Kapitel.

Maasse von der Perty'schen Gattung Mitophora gilt, die als die zweite der Trichonemidae aufgeführt wird. Wir können daher in dem System Kent's nur einen Rückschritt in der Umgrenzung der recht einheitlichen Dinoflagellatengruppe erkennen. Auch in der Errichtung der Gattungen und Arten verfährt Kent ohne scharfe Kritik, so dass sich darunter viel unhaltbares findet. Die Gattung Polykrikos verwies er schliesslich zu den Ciliaten.

Das von R. S. Bergh i. J. 1882 errichtete System muss als ein wirklicher Fortschritt bezeichnet werden. Er unterschied in seiner Ordnung der Cilioflagellaten zwei Familien, die der Adinida mit Prorocentrum und die der Diniferen, welche alle übrigen umschloss. Die grosse Differenz zwischen diesen beiden Gruppen war ja schon lange aufgefallen, so dass Stein noch 1878 die Gattung Prorocentrum überhaupt von den Dinoflagellaten trennen wollte. Die Diniferen werden von Bergh in drei Subfamilien zerlegt, die Dinophysida, Peridinida und Gymnodinida, von welchen die beiden ersten recht natürliche sind, die letztere dagegen wohl keinen Anspruch hierauf machen kann. In der Feststellung der Arten verfuhr Bergh recht exact und die von ihm neu errichteten Gattungen sind meist acceptabel.

Ein gleiches lässt sich von den beiden im Jahre 1883 erschienenen Arbeiten von Pouchet (37) und Gourret (38) nicht behaupten. Es finden sich vielmehr bei ihnen nicht wenige Unsicherheiten und Unrichtigkeiten in den Bestimmungen, auf die wir im speciellen Theil hinzuweisen haben werden und bei Gourret eine Tendenz zur Zersplitterung der Arten, welche in Betracht der grossen Variabilität der Dinoflagellaten entschieden viel zu weit geht.

Als Grundlage für die systematische Behandlung der Dinoflagellaten, speciell die Feststellung der Genera, wird die umfassende Bearbeitung Stein's (38) betrachtet werden müssen, schon desshalb, weil ihm der grösste Reichthum an Formen zu Gesicht kam und er auch ein gutes Auge für Erkennung generischer Zusammengehörigkeit hatte, wie sich nicht leugnen lässt. Aus diesem Grunde, und da ich nicht zur Entscheidung der Frage berechtigt bin, welche der 1883 erschienenen Arbeiten die Priorität beanspruchen darf, halte ich mich in zweifelhaften Fällen an die Namengebung Stein's. Stein unterschied unter seinen arthrodelen Flagellaten 5 Familien, von welchen die der Prorocentrinen mit den Adinida Bergh's zusammenfällt, weiterhin die der Noctilucida unhaltbar erscheint, da zwei der ihr zugeschriebenen Gattungen zu den Peridiniden gehören, Noctiluca aber wohl richtiger den Typus einer besonderen Ordnung bildet. Es bleiben ferner noch die Peridiniden (einschliesslich der Gymnodinidae Bergh's), die Dinophysiden und endlich eine Familie der Cladopyxiden, welche noch zu unsicher erscheint, um acceptirt werden zu können und auch einstweilen recht gut mit den Peridiniden vereinigt werden kann.

B. Verwandtschaftliche Beziehungen der Dinoflagellaten zu den übrigen Protozoen und einzelligen pflanzlichen Organismen.

Durch die Einreihung der Gruppe in die Klasse der Mastigophoren haben wir unsere Ansicht über ihre nächsten Verwandten schon ausgesprochen. Die Beziehungen zu den Flagellaten wurden auch seit Ehrenberg selten verkannt und von den neueren Forschern meist stark betont. Bergh leitete sie von den Flagellaten her und Stein ordnete sie seiner Flagellatenabtheilung direct ein. Nur Klebs (36) verhält sich etwas zweifelnd und zieht es vor die Dinoflagellaten „als eine scharf gesonderte Familie in die grosse und mannichfaltige Gruppe der Thallophyten zu stellen.“ Dieselben Gründe, welche uns bei den Flagellaten bestimmten, die zu entschiedenen Pflanzen hinneigenden Formen von den übrigen nicht zu sondern, müssen uns auch veranlassen, die in ihrer überaus grossen Mehrzahl sich entschieden holophytisch ernährenden Dinoflagellaten unter den Protozoen zu belassen.

Die Beobachter sind auch ziemlich einig darüber, mit welchen zweigeisseligen Flagellaten wohl die nächsten Beziehungen existiren. Schon Ehrenberg sprach dies dadurch aus, dass er Prorocentrum zu den Cryptomonadinen zog und Exuviaella marina geradezu als eine Cryptomonas beschrieb (20, 1872). Auch Klebs (44) erkennt an, dass die Beziehungen zwischen den Prorocentrinen und den Cryptomonadinen nicht zu leugnen sind und Bergh, welcher die Flagellatenabstammung unsererer Gruppe besonders warm vertritt, wollte sie von den Thecomonadinen herleiten und wies namentlich auf eine von ihm beobachtete Form der letzteren hin, welche, den kurzen Angaben zufolge, wohl sicher nichts anderes wie Exuviaella marina war.

Recapituliren wir kurz die Punkte in dem Bau der Prorocentrinen, welche an die Cryptomonadinen erinnern. Einmal ist dies die Körpergestalt, namentlich auch der Zahnfortsatz gewisser Prorocentrumformen, welcher mit der Oberlippe von Crypto- und Chilomonas identisch zu sein scheint; weiter die Stellung der beiden Geisseln und der in seiner Beschaffenheit an das Peristom der Cryptomonadinen erinnernde Geisselspalt an deren Basis; endlich die beiden Chromatophorenplatten sammt ihrer Färbung bei Exuviaella. Abweichend dagegen ist der Besitz einer Schalenhülle, welche den Cryptomonadinen, vielleicht mit Ausnahme von Oxyrrhis fehlt; ferner der Mangel einer scharf ausgeprägten contractilen Vacuole, wogegen sich ein Vacuolensystem findet, welches vielleicht an das gewisser Eugleninen erinnert. Wenn wir in letzterem Verhalten einen Anklang an eine andere Abtheilung der Flagellaten begegnen, so erinnert auch die, aus zwei leicht auseinanderfallenden Klappen gebildete Schalenhülle an die gewisser anderer Isomastigoden, der Phacotinen nämlich, so dass, wenn auch die nächsten Beziehungen zu den Cryptomonadinen nicht zu verkennen sind, der Ursprung der Dinoflagellaten doch wohl weiter zurückverlegt werden muss, in Formen, welche eine Mischung von Characteren zeigten, wie sie bei jetzt lebenden Flagellaten noch nicht beobachtet wurde.

Wie zu den Flagellaten wurden auch Beziehungen unserer Gruppe zu der dritten Abtheilung der Mastigophoren, den Cystoflagellaten in neuerer Zeit festzustellen versucht. Zuerst machte Allman*) auf die Verwandtschaft beider Ordnungen aufmerksam, doch waren die von ihm aufgeführten Gründe wenig beweisend, wesshalb denn auch seine Ansicht lange keinen Anklang fand. In neuester Zeit sprachen sich Kent, Pouchet und Stein für die Verwandtschaft beider Abtheilungen aus und letzterer reihte Noctiluca sogar direct unter seine arthrodelen Flagellaten ein**). Auch ich erklärte (46), mich endlich für die Beziehungen zwischen den beiden Abtheilungen, vermag mich aber der Stein'schen Anschauung nicht anzuschliessen. Wir werden daher auch die Cystoflagellaten erst später als eine gesonderte Gruppe betrachten und es wird dort auch unsere Aufgabe sein, ihre Verwandtschaft mit den Dinoflagellaten speciell darzulegen.

Wir haben endlich schon früher erfahren, (s. d. historische Einleitung), dass schon Ehrenberg durch die Stellung, welche er unserer Gruppe gab, deren Beziehung zu den ciliaten Infusorien unzweifelhaft andeuten wollte. Erst bei Claparède und Lachmann finden wir diesen Gedanken schärfer formulirt; die Cilioflagellaten galten ihnen als eine Mittelgruppe zwischen den bewimperten Infusorien und den Flagellaten, obwohl sie den letzteren viel näher verwandt seien, wie den ersteren. Dass sie unsere Gruppe hinter den Acineten aufführen, kann nicht, wie Bergh meint, so gedeutet werden, als schrieben sie den Dinoflagellaten eine nähere Verwandtschaft mit den Suctoria zu. Später wurden die Beziehungen der Dinoflagellaten zu den Ciliaten namentlich von Bergh lebhaft betont; derselbe erblickte in den ersteren die Gruppe, von welcher die Ciliaten phylogenetisch entsprungen seien.

Wie es schon Ehrenberg angedeutet hatte, sollten zunächst die peritrichen Ciliaten aus den Dinoflagellaten hervorgegangen sein, speciell die Gattung Mesodinium (Stein), welche Bergh als eine primitive Peritriche betrachtete, vermittle den Uebergang. Die Unhaltbarkeit einer solchen Auffassung wurde in zweifacher Weise dargelegt; einerseits durch die Erfahrung, dass bei den Dinoflagellaten gar kein Ciliensystem vorhanden ist, aus welchem die Cilienbekleidung der Infusorien hervorgegangen sein könnte und andererseits durch die genauere Untersuchung der Gattung Mesodinium, welche wir hauptsächlich Entz verdanken***). Durch Letzteren wurde aber festgestellt, dass diese Gattung kaum nähere Beziehungen zu den Peritrichen besitzt. Unsere heutigen Kenntnisse verwehren uns also, der Annahme einer näheren Verwandtschaft zwischen Ciliaten und

*) Quarterl. journ. micr. science. N. s. V. XII. p. 326—332.

**) Aehnlich spricht sich auch Pouchet in seiner neuesten Arbeit (48) aus, wo er Noctiluca sogar zu Gymnodinium ziehen will.

***) Zeitschrift f. wiss. Zoologie Bd. 38, p. 167 und Mitth. der zoolog. Station Neapel Bd. V. p. 303.

Dinoflagellaten zuzustimmen und auch der von Entz (l. c.) erneuerte Versuch, die zuerst von James Clark angedeuteten vermeintlichen Beziehungen zwischen den Dinoflagellaten und der Ciliatengattung Urocentrum neu zu befestigen, muss, angesichts der neueren Erfahrungen über die Bauverhältnisse unserer Gruppe, verworfen werden.

Schliesslich noch ein Wort über die möglichen Beziehungen zu einzelligen pflanzlichen Wesen. Wie erwähnt, hat Warming seiner Zeit ganz kurz und ohne specielle Begründung geäussert, dass die Dinoflagellaten ein Mittelglied zwischen den Bacillariaceen und den Desmidiaceen bildeten. Es lässt sich auch wohl nicht völlig verkennen, dass einige Eigenthümlichkeiten unserer Gruppe gerade in dieser Richtung weisen. Wenn wir von den allgemeineren Characteren absehen, die, wie schon bei den Flagellaten gezeigt wurde, auf Beziehungen der Mastigophoren zu den einzelligen Pflanzen, speciell den Bacillariaceen hinweisen, ist es namentlich der eigenthümliche Theilungsprocess mit Neubildung der einen Hälfte der Schalenhülle, welcher uns an ähnliche Vorgänge bei den erwähnten beiden Abtheilungen der Protophyten erinnert. Die zweiklappige Bildung der Schalenhülle der ursprünglicheren Dinoflagellaten erinnert überhaupt an die Verhältnisse bei den Bacillariaceen und auch in der feineren Structur der Hülle mögen sich vielleicht gewisse Annäherungen ergeben, wenn erst das Augenmerk genauer auf diese Verhältnisse bei den Dinoflagellaten gerichtet wird. Nicht unwichtig erscheint mir in dieser Hinsicht namentlich die eigenthümliche Entwickelung der Gürtelbänder gewisser Bacillariaceen (Achnanthes u. zahlr. a.), welche durch ihre Querstreifung lebhaft an die sog. Intercalarstreifen vieler Dinoflagellaten erinnern.

C. Uebersicht der Gattungen.

Die Zahl der bis jetzt mit einiger Sicherheit zu unterscheidenden Gattungen beträgt etwa 26, wozu sich noch zwei zweifelhafte gesellen; die Zahl der Arten beziffert sich auf nicht mehr als 90 bis 95, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, dass dem Artbegriff von den verschiedenen Beobachtern ein recht verschiedener Umfang gegeben wird, so dass einzelne, wie z. B. Gourret, eine viel grössere Zahl von Species annehmen würden.

I. Unterordnung. Adinida Bergh (Prorocentrina Stein).

Längliche, bilateral symmetrische Formen mit Neigung zur Asymmetrie, bei welchen die beiden Geisseln am vorderen Pol entspringen. Querfurche nicht entwickelt. Mit zweiklappiger poröser Hülle. Zwei Vacuolen im Vorderende neben einander. Chromatophoren.

1. Familie. Prorocentrina Stein.

Charactere der Unterordnung.

Exuviaella Cienkowsky 1882, Klebs (44), Pouchet (48).

Synon. ? Pyxidicula Ehrenb. (Abh. d. Berl. Ak. 1836), Bailey (Smith. Inst. Vol. II. Pl. 2 Fig. 14), Cryptomonas Ehrenb. (Lima, 20); Prorocentrum p. p. Kent (32); Amphidinium operculatum Pouchet (37); Dinopyxis Stein (39); Postprorocentrum Gourret p. p. (38), ? Thecomonadine verw. mit Cryptomonas Lima bei Bergh (30).

Taf. 51, Fig. 2.

Gestalt nahezu kuglig bis eiförmig und länger, zuweilen hinten zugespitzt. Die länglichen Formen meist ziemlich comprimirt (Länge bis etwa 0,08 ?). Die rechte Schalenhälfte am vorderen Pol mit oder ohne deutlichen Ausschnitt. Zahnfortsatz fehlend oder je ein zartes Zähnchen zu den Seiten des Geisselspalts. Zwei seitliche, plattenförmige, grosse braune Chromatophoren, jede in der Mitte mit einem runden Amylonkörper. Kern im hinteren Drittel. Vermehrung durch Längstheilung.

Nord. Meere und Mittelmeer. 4 bis 5 Arten.

Prorocentrum Ehrenberg 1833 und (5); Claparède und Lachm. (21), Bergh (30), Stein (39), Bütschli (46), Pouchet (48).

Synon. Cercaria spec. Michaelis (4), Postprorocentrum Gourret p. p.

Taf. 51, Fig. 1.

Gestalt ungefähr oval bis recht lang gestreckt; Hinterende stets deutlich zugespitzt. Länge bis ca. 0,05. Stets ziemlich comprimirt. Dorsal an der Geisselspalte ein starker Zahnfortsatz, welcher entweder aus einem Stück besteht oder von je einem Fortsatz der Schalenklappen zusammengesetzt wird. Keine grossen plattenförmigen Chromatophoren, sondern wahrscheinlich zahlreichere kleinere. Gelbbraun.

Marin. Kosmopolit. 3 bis 4 Arten.

II. Unterordnung. Dinifera Bergh.

Dinoflagellaten mit einer oder mehreren deutlichen Querfurchen, in welche die einfache oder mehrfache Querfurchengeissel eingelagert ist. Längsgeissel gewöhnlich nach hinten gerichtet.

1. Familie Peridinida.

Mit einer Querfurche in, oder nahezu in der Mitte des Körpers. Meist mit, zuweilen aber auch ohne Hülle. Selten ist die Querfurche nicht ausgebildet, jedoch dann die Position, welche sie einnehmen würde, durch die Bauweise der Hülle angedeutet. Gestalt ziemlich verschieden.

Podolampas Stein 1883.

Synon. Parrocelia Gourret (38).

Taf. 55, Fig. 9 (Holzschn. Fig. 5, p. 931).

Gross. Gestalt birnförmig, langgestreckt bis kürzer; das verschmälerte Ende ist höchst wahrscheinlich das vordere. Dasselbe ist in eine mehr

oder weniger lange, geöffnete Apicalröhre ausgezogen. Keine vertiefte Quer- und Längsfurche vorhanden, doch ihre Lage durch die Art der Täfelung der Hülle angedeutet. Die dicke Hülle zeigt 5 grosse vordere und drei hintere Aequatorialtafeln. Apicaltafel scheint einfach zu sein, dagegen zwei ansehnliche Antapicaltafeln; jede derselben bei einer der Arten mit einem quergestellten, zahn- oder flügelförmigen Fortsatz zu der Seite der dicht am hinteren Pol gelegenen kleinen Geisselspalte. Bei der anderen Art sind diese Fortsätze dorsal von der Geisselspalte verwachsen und erinnern dann sehr an den Zahnfortsatz von Prorocentrum. Jeder der Fortsätze ist mit einer ansehnlichen Verdickungsrippe ausgestattet und von dem linken zieht eine Randleiste neben der Geisselspalte nach vorn. Breite Intercalarstreifen. Im lebenden Zustande nicht genauer untersucht.

Mittelmeer und Südsee. Zwei Arten.

Blepharocysta. Ehrenb. 1873. Stein (39).

Taf. 53, Fig. 2 (Holzschn. Fig. 4, p. 931).

Synon. Peridinium Ehrenb. (20).

Mittelgross. Gestalt kuglig bis längsellipsoidisch. Schliesst sich durch die Nichtvertiefung einer Quer- und Längsfurche an die vorhergehende Gattung nahe an, ebenso in der Bauweise der dicken Hülle. Vorderhälfte derselben wie bei Podolampas jedoch mit Andeutung von drei kleinen Apicaltäfelchen, zwischen denen die nicht röhrig verlängerte Apicalöffnung liegt. Hinterhälfte dadurch von Podolampas verschieden, dass ihr Pol von drei kleinen Antapicaltäfelchen geschlossen wird. Zu den Seiten der ganz hinten gelegenen Geisselspalte je eine kleine längsgerichtete flügelförmige Leiste. Intercalarstreifen breit. Chromatophoren vorhanden.

Marin. 1 Art. Wahrscheinlich Kosmopolit.

Diplopsalis Bergh 1882. Stein (39), Pouchet (48).

Synon. Glenodinium (lenticula) Pouchet (37).

Taf. 53, Fig. 2 (Holzschn. Fig. 3, p. 930).

Klein bis mittelgross. (Länge bis 0,04). Gestalt eine in der Hauptaxe verkürzte, nahezu linsenförmige Kugel. Quer- und Längsfurche deutlich. Die Querfurche in sich rücklaufend, nicht schraubig. Hülle mässig dick. Vorderhälfte gewöhnlich mit den 5 Aequatorial- und drei Apicaltafeln der vorhergehenden Gattung, die letzteren aber viel ansehnlicher, dazu aber noch eine ventrale, mediane sog. Rautenplatte (r), welche von dem Apex bis zur Querfurche reicht. Variationen in den Aequatorialtafeln jedoch beobachtet. Der Apex etwas röhrenförmig erhoben. Hinterhälfte mit 5 Aequatorial- und zwei grossen Antapicaltafeln. Geisselspalte wie bei Blepharocysta und auch die beiden Flügel der Ränder der Längsfurche, die hier bis zur Querfurche ziehen (Bergh). Nach Stein soll sich nur ein linker Flügel finden. Besondere Sculpturen der Hülle fehlen.

Ostsee und Mittelmeer. 1 Art.

Peridinium Ehrenberg 1832 (emend. Stein 1883); Claparède und Lachmann (21), Bergh (30), Klebs (36), Pouchet (37 u. 48), Gourret (38). Bütschli (46).

Synon. Vorticella (cincta) O. F. Müller (1); Glenodinium p. p. Ehrb. (5), Glenodinium Perty (12); Ceratophorus Dies. (Systema helminth.); Ceratium p. p. Claparède und Lachmann (21), ebenso Kent (32); Protoperidinium Bergh (30), ebenso Pouchet (37), Larve von Peridinium Gourret (38).

Taf. 52, Figg. 6—11 u. Taf. 53, Fig. 1. (Holzschn. Fig. 2, p. 928—29).

Klein bis ziemlich gross (L. bis 0,15). Gestalt kuglig bis eiförmig oder etwas länglich. Apex häufig in deutliches Röhrchen ausgezogen. Quer- und Längsfurche gut ausgeprägt, die erstere gewöhnlich schwach rechts schraubig, selten links schraubig oder kreisförmig. Die letztere mässig breit und nach hinten gewöhnlich wenig, selten ansehnlicher verbreitert. Die beiden Körperhälften gleich, bis die hintere beträchtlich verkürzt. Hinterhälfte der mässig dicken Hülle wie bei Diplopsalis gebaut, Vorderhälfte dagegen mit 7 Aequatorialplatten, der Rautenplatte, je zwei seitlichen Apicalplatten und dazwischen zwei hintereinander gereihten dorsalen, welche aber auch vereinigt sein können. Die zwei Antapicalplatten zuweilen mit je einem zahnartigen Fortsatz wie bei Podolampas oder auch an deren Stelle zwei hohle Hörner. Randleisten der Längsfurche wenig erhoben. Geisselspalte z. Th. noch weit hinten, z. Th. jedoch bis zur Querfurche gerückt, dann scheint sie jedoch stets langspaltförmig zu sein. Farblos, grün oder braun. Vermehrung im Ruhezustand. Bildung gehörnter Cysten zuweilen.

Süsswasser und Meer. Etwa 9 gesicherte Arten.

Goniodoma Stein 1883.

Synon. Peridinium Ehrb. (5); Peridinium polyedricum Pouchet (37).

Taf. 52, Fig. 5 (Holzschn. Fig. 1, p. 927).

Mittelgross. Im Allgemeinen kuglig, doch durch starke Ausprägung der Täfelung etwas polyedrisch. Die Hälften gleich. Querfurche fast kreisförmig, Längsfurche mässig breit. Die kleine ovale Geisselspalte bis zur Querfurche vorgerückt. Hülle dick mit breiten Intercalarstreifen. Vorderhälfte mit 7 Aequatorial- und 3 Apicalplatten, die jedoch anders orientirt sind wie bei Blepharocysta. Hinterhälfte mit 5 Aequatorialplatten und 3 ziemlich ansehnlichen Antapicalplatten. Apicalröhrchen, Randleisten oder Fortsätze nicht entwickelt; Poren sehr deutlich. Chromatophoren klein, zahlreich.

Ostsee und atlantischer Ocean. 1 Art.

Gonyaulax Diesing 1866, Stein (39).

Synon. Peridinium p. p. Claparède und Lachmann (21); Protoperidinium digitale und pyrophorum Pouchet (37), ? Protoceratium und ? Roulea Gourret (38).

Taf. 52, Fig. 3—4 (Holzschn. Fig. 7, p. 932).

Klein bis mittelgross. Gestalt kuglig-polyedrisch bis ellipsoidisch; die beiden Pole zuweilen stachelartig ausgezogen. Hälften gleich. Hülle mässig dick. Vorderhälfte nach Stein mit 5 Aequatorial- und drei Apicaltafeln (nach mir bei G. polyedra mit 6, resp. 4). Hinterhälfte mit

5 Aequatorialtafeln und einer Apicaltafel; links neben der Längsfurche noch eine eigenthümliche accessorische Tafel eingeschaltet. Längsfurche bis zum Apex nach vorn verlängert. Zwei zuweilen schwache Stachelfortsätze des Hinterendes. Hülle fein reticulirt oder gestachelt und die Tafeln zuweilen noch mit secundären Leisten verziert. Geisselspalte klein, oval, bis an die Querfurche vorgerückt. Chromatophoren klein, zahlreich.

Marin. 4 Arten. Wohl Kosmopolit.

Ceratium Schrank 1793 (Stein emend. 1883); Perty (12), Claparède und Lachmann p. p. (21), Carter (24), Bergh (30), Klebs (35), Pouchet (37 u. 48), Gourret (38), Blanc (45), Bütschli (46).

Synon. Cercaria p. p. und Bursaria p. p. O. F. Müller (1); Tripos u. Hirundinella Bory de Vincent (Encyclop. méthod. 1824); Cercaria Michaelis (4); Peridinium p. p. Ehrenberg (5 und f. f.); Diesing p. p. (23), Bailey (10 und 17); Ceratophorus p. p. Diesing (Systema Helminth.); Dimastigoaulax Diesing (23) und Kent (32); Glenodinium Diesing p. p. (23).

Taf. 53, Figg. 7—10 und Taf. 54, Figg. 1—2 (Holzschn. Fig. 8, p. 934).

Mittelgross bis gross (L. bis 0,4). Gestalt durch die Entwickelung ansehnlicher hornartiger Körperfortsätze eigenthümlich; im Allgemeinen von einer dorsoventral abgeplatteten Kugel sich ableitend. Körperhälften ziemlich gleich. Die Querfurche niedrig schraubig bis nahezu kreisförmig. Längsfurche meist stark verbreitert und beträchtlich auf die Vorderhälfte ausgedehnt, so dass sie einen sehr ansehnlichen Theil der Ventralfläche einnimmt. Hülle dick, reticulirt bis wellig gestreift und zuweilen schwach bestachelt; sehr deutlich porös. Vorderhälfte aus drei ansehnlichen Aequatorial- und drei (zuweilen auch mehr) Apicaltafeln gebildet; letztere setzen sich in ein langes Apicalhorn fort. Hinterhälfte aus drei Aequatorial- und einer Apicaltafel gebildet. Letztere ist stets in ein hinteres Horn verlängert, welches entweder gerade bis schwach schief nach hinten gerichtet ist oder sich nach links und vorn umbiegt. Rechte hintere Aequatorialtafel fast stets in ein ähnliches Horn ausgewachsen, das rudimentär bleiben oder ansehnlich lang werden kann und das nach hinten gerichtet ist oder sich nach rechts und vorn umbiegt. Auch die linke hintere Aequatorialplatte kann ein Horn bilden, das jedoch gewöhnlich klein bleibt, ebenso, sehr selten wie es scheint, die hintere Aequatorialplatte (Cer. quinquecorne nach Gourret). Es finden sich demnach 2, 3, 4 und 5hörnige Ceratien. Die sehr lange Geisselspalte zieht am linken Rande der Längsfurche (Bauchausschnitt) hin. Chromatophoren gewöhnlich zahlreich, grün- bis gelbbraun.

Süsswasser (Europa, N.-Amerika und S.-Asien) und Meer. Zahl der Arten sehr unsicher, da dieselben äusserst variabel sind. Gourret hat von Marseille nicht weniger wie 43 Arten und Varietäten beschrieben, doch dürften sich die zahlreichen Abänderungen auf höchstens 10 Formenkreise zurückführen lassen.

Amphidoma. Stein 1883.

Taf. 53, Fig. 4 (Holzschn. Fig. 6, p. 932).

Klein bis mittelgross. Gestalt doppelkegelförmig. Hälften nahezu

gleich oder die hintere etwas kleiner. Hülle der Vorderhälfte aus den 4 Aequatorialplatten und 3 sehr kleinen Apicalplatten wie bei Blepharocysta gebildet. Hintere Hälfte dagegen ähnlich wie bei Gonyaulax, nur scheint die accessorische Platte nicht scharf von der die Längsfurche auskleidenden Membran gesondert zu sein. Die Längsfurche nicht deutlich auf die Vorderhälfte ausgedehnt. Geisselspalte dicht bei der Querfurche. Lebend nicht beobachtet.

Atlantischer Ocean; 1 sichere Art.

Oxytoxum Stein 1883.

Synon. Pyrgidium Stein (39).

Taf. 53, Fig. 5—6.

Klein bis ziemlich gross. Langgestreckt doppelkegelig bis spindelförmig. Die beiden Hälften sehr ungleich; die vordere sehr verkürzt, z. Th. bis auf einen knopfförmigen Anhang reducirt (Stein orientirt die Formen umgekehrt und betrachtet die reducirte Hälfte als die hintere). Die Pole gewöhnlich zugespitzt und zuweilen stachelartig ausgezogen. Querfurche niedrig schraubig, recht breit und tief, so dass beide Hälften durch eine beträchtliche Einschnürung von einander geschieden sind. Längsfurche stark verkürzt (Pyrgidium Fig. 5) oder bis fast ganz reducirt (Fig. 6, Oxytoxum s. str.). Die kleine Geisselspalte daher stets dicht an der Querfurche. Hinterhälfte aus 4 ansehnlichen Aequatorialtafeln und einer sog. Mundtafel zusammengesetzt, letztere entspricht wohl der Längsfurchenmembran der Verwandten sammt der accessorischen Tafel des Gonyaulax. Bei dem sog. Pyrgidium bleibt diese Platte kürzer wie die Aequatorialplatten. Dazu noch eine einfache kleine Antapicaltafel. Vorderhälfte wahrscheinlich auch aus 5 (zuweilen auch 4) Tafeln und einer Apicaltafel gebildet. Doch zeigen die Apical- und Antapicaltafel zuweilen Spuren von Zusammensetzung. Oberfläche der Hülle zum Theil deutlich reticulirt und Poren wahrscheinlich nicht selten recht ansehnlich. Intercalarstreifen gewöhnlich nicht sehr ausgebildet. Lebend nicht beobachtet.

Marin; wahrscheinlich Kosmopolit. Stein unterscheidet 10 Arten.

Pyrophacus Stein 1883.

Taf. 54, Fig. 3.

Gross. Hauptaxe stark verkürzt, daher linsenförmig. Querfurche wohl ausgebildet; kreisförmig. Längsfurche kurz, hört weit vor dem Antapex auf. Geisselspalt an ihrem Hinterende, dehnt sich aber wahrscheinlich wie bei gewissen Peridinien und Ceratium spaltartig bis zur Querfurche aus. Hülle mässig dick. Vorderhälfte derselben aus bis 14 Aequatorial- und bis 7 Apicaltafeln gebildet, wozu sich noch eine etwas asymmetrisch gebogene, von der Querfurche bis zum Apex ziehende Tafel gesellt, die ohne Zweifel der Rautenplatte der Peridinien etc. entspricht. Hinterhälfte aus bis 14 Aequatorial- und bis 13 Antapicaltafeln gebildet. Braunes, centrales, strahliges Chromatophor.

Marin. 1 Art. Wahrscheinlich Kosmopolit.

Ptychodiscus. Stein 1883.

Taf. 54, Fig. 4.

Mittelgross. Schliesst sich nahe an Pyrophacus an, von welchem sie sich wesentlich dadurch unterscheidet, dass an der Hülle ausser der Rautenplatte keine Tafeln angedeutet sind und statt der Querfurche ein dünnhäutiges Band vorhanden ist, welches die grössere Vorderhälfte der Hülle mit der kleineren Hinterhälfte verbindet. Apicalöffnung und Geisselspalte etwas unsicher. Lebend nicht beobachtet.

Atlantischer Ocean. 1 Art.

Protoceratium Bergh 1882.

Synon. Peridinium p. p. (reticulatum) Claparède u. L. (21), Clathrocysta Stein (39).

Taf. 52, Fig. 2.

Klein, kuglig (Dm. ca. 0,035) zuweilen mit etwas röhrig erhobener Apicalöffnung. Querfurche niedrig schraubig, die Längsfurche ziemlich schmal und gleich breit, dehnt sich nicht auf die Vorderhälfte aus. Hälften gleich. Keine deutliche Täfelung der Hülle, dagegen Verzierung mit engeren oder weiteren reticulären Leisten. Gewöhnlich etwas bestachelt. Geisselspalt dicht an der Querfurche.

Marin. Zwei Arten. Wahrscheinlich Kosmopolit.

? **Heterocapsa** Stein 1883.

Taf. 52. Fig. 1.

Synon. Glenodinium p. p. (triquetra) Ehrenb. (5), Glenodinium p. p. (trochoideum) Stein (39), Klebs (44) und Pouchet (37).

Unsichere Gattung, die sich von der vorhergehenden und der folgenden nicht scharf trennen lässt. Allgemeine Bildung wie bei Clathrocysta, von welcher sie sich dadurch unterscheidet, dass gewöhnlich nur die Vorderhälfte mit deutlichen Verdickungsleisten geziert ist, die jedoch viel grössere, in zwei oder drei Cyklen angeordnete, polygonale Felder umgrenzen. Auf der Hinterhälfte sind nur einige Längsleisten bemerkbar.

Marin. Wahrscheinlich kosmopolitisch. Stein unterscheidet 4 Arten.

Glenodinium Ehrenberg (emend. Stein 1883); Bergh (30), Klebs (36 und 44), Bütschli (46), Pouchet p. p. (37), Daday (45a).

Synon. Peridinium Ehrenb. p. p., dto. Claparède u. L.; Peridinium und Ceratium p. p. Perty (12),

Taf. 51, Figg. 10—13.

Klein bis mittelgross (L. bis ca. 0,045). Allgemeine Bildung etwa wie bei Clathrocysta; nicht selten mit ziemlicher dorsoventraler Abplattung. Hülle sehr zart und structurlos. Farblos oder grün bis braun. Chromatophoren gewöhnlich klein und zahlreich.

Süsswasser und Meer. Artenzahl 5 bis 6.

Gymnodinium Stein 1878 und (39); Bergh (30), Kent (32), Klebs (36), Pouchet (37 u. 48), Gourret (38), Entz (40).

Synon. Peridinium Ehrenb. p. p. (5), do. Perty (12), Glenodinium Schmarda p. p. (16).

Taf. 51, Figg. 4—9.

Mittelgross bis klein (L. bis ca. 0,09). Allgemeine Bildung z. Th. ganz wie bei Glenodinium, doch ohne Hülle. Zuweilen aber auch ziem-

lich langgestreckt und die Pole zugespitzt. Auch dorsoventral manchmal ziemlich abgeplattet. Daran reihen sich Formen, bei welchen die Schraube der Querfurche steiler wird und eine bei welcher sie zwei Umgänge beschreibt. Geisselursprung gewöhnlich dicht bei der Querfurche, selten hinten in der Längsfurche. Mit oder ohne Chromatophoren und Ernährung zuweilen animalisch. Ectoplasma z. Th. kenntlich.

Süsswasser und Meer (Kochsalzteiche Ungarn's; Entz) Artenzahl 7 bis 8.

Wie aus obiger Beschreibung hervorgeht, sind die Charactere dieser Gattung ziemlich differente, ich halte es denn auch zur Zeit für fraglich, ob dieselbe eine natürliche ist oder ob sie nicht von verschiedenen Quellen ihren Ursprung genommen hat.

Hemidinium Stein 1878 und (39), Klebs (36).
Taf. 51, Fig. 3.

Klein. Wahrscheinlich nackt (Stein) oder doch (Klebs) mit äusserst zarter Hülle. Hauptcharacter besteht darin, dass nur die linke Hälfte der Querfurche ausgebildet ist. Gelb mit zahlreichen kleinen Chromatophoren. Nach Stein Aufnahme fester Nahrung sicher.

Süsswasser (Europa); eine Art.

? Cladopyxis Stein 1883.
Synon. Xanthidium Ehrenberg (Abh. d. Berliner Akad, a. d. J. 1836 u. 15).
Taf. 55, Fig. 10.

Lebend nicht untersucht; überhaupt unsicher, ob eine Dinoflagellate. Hülle etwa der eines Glenodinium ähnelnd, mit einer etwas vor der Mitte verlaufenden schmalen Zone, welche an die Querfurche erinnert, nach Stein's Schilderung aber dadurch entstehen soll, dass hier die vordere, kleinere und deckelartige Hälfte der Hülle über die hintere übergreife. Von einer Stelle dieser Bildung ziehen zwei Leisten, ursprünglich parallel, bald jedoch divergirend nach hinten, wodurch eine Art Längsfurche gebildet wird. Im vorderen Theil derselben findet sich eine rundliche Oeffnung, welche den Geisselspalt repräsentiren soll. Von beiden Hälften der Hülle erheben sich hohle, sehr ansehnlich auswachsende Stacheln, die sich bei weiterer Entwickelung an ihren Enden dichotomisch verzweigen.

Marin. 1 Art.

Obgleich die Bildung der allein bekannten Hülle nach der Darstellung Stein's in vielen Punkten an diejenige der Peridiniden erinnert, halte ich die Dinoflagellatennatur der Cladopyxis noch für zweifelhaft. In mancher Hinsicht nämlich (speciell durch ihre hohlen Stacheln) erinnert sie an gewisse Phäodarien; sie bedarf also entschieden weiterer Aufklärung. Wenn sich ihre Hierhergehörigkeit ergeben würde, so scheint mir die Errichtung einer besonderen Familie der Cladopyxiden, wie Stein will, unnöthig, da sie sich dann wohl den Peridiniden einreihen liesse.

Ceratocorys Stein 1883.
Synon. Dinophysis p. p. (Jourdani) Gourret (38).
Taf. 54, Fig. 5 (Holzschn. Fig. 9, p. 938).

Mittelgross bis gross. Hälften sehr ungleich. Wahrscheinlich die vordere stark reducirt (Stein fasst diese als die hintere auf, vergleiche hierüber p. 938). Querfurche kreisförmig mit sehr hoch ausgewachsenen Leisten. Die etwa hutförmige Hinterhälfte mit 4 ziemlich gleichen Aequatorialtafeln und einer schmalen ventralen Tafel. Dazu noch eine vierseitige Antapicaltafel (ap), deren Ecken in 4 hohle Stacheln aus-

gezogen sind. Ferner der ventrale Rand der linken ventralen und der dorsale Rand der linken dorsalen Aequatorialtafel in je einen Flügelstachel ausgezogen. Vorderhälfte aus entsprechend geordneten 4 Aequatorialtafeln (b') gebildet. Zwischen den beiden ventralen ein ziemlich schmales, etwas eingesenktes Band (lf), wahrscheinlich die Verlängerung der Längsfurche; darin ein Längsspalt, welcher sich vorn zu einer ovalen Oeffnung erweitert (gs).

Marin. Wahrscheinlich Kosmopolit. 1 Art.

Vergleiche über die Orientirung dieser Gattung das früher Bemerkte (p. 938). Wie schon dort angegeben, scheint es mir ziemlich sicher, dass dieselbe zwischen den Peridiniden und Dinophysiden vermittelt.

2. Familie Dinophysida Bergh und Stein.

Mit Ausnahme der in dieser Hinsicht etwas zweifelhaften Gattung Amphidinium stets mit Hülle, welche den primitiven Charakter der Prorocentrinen bewahrt hat, da sie aus zwei seitlichen Klappen, die sich leicht trennen, besteht. Die immer sehr gut entwickelte kreisförmige Querfurche stets beträchtlich vor der Mitte, so dass die Vorderhälfte mehr oder weniger, bis sehr bedeutend reducirt ist. Die Randleisten der Querfurche sind gewöhnlich sehr stark erhoben. Die Längsfurche wenig ausgebildet, dehnt sich nur selten etwas auf die Vorderhälfte aus und wird hauptsächlich dadurch bezeichnet, dass ihre Randleisten zu zwei längsgerichteten Flügelleisten ausgewachsen sind. Fast stets ist die linke Flügelleiste viel ansehnlicher entwickelt wie die rechte und gewöhnlich von drei, zuweilen aber auch mehr, in ziemlich gleichen Abständen aufeinanderfolgenden Verdickungsrippen durchzogen. Bei gewissen Formen, deren linke Flügelleiste ganz besonders entwickelt ist, findet sich eine Sonderung der letzteren in zwei hintereinander stehende Leisten. Die kleine, etwa ovale Geisselspalte liegt in geringer Entfernung hinter der Querfurche zwischen den erwähnten Leisten und setzt sich nach innen in ein kurzes Röhrchen fort. Im Alter können sich breite Intercalarstreifen entwickeln. Oberfläche der Hülle gewöhnlich sehr deutlich reticulirt und jedes Netzfeldchen mit einem Porus. Gelbe bis braune Chromatophoren wohl stets vorhanden. Fast ausschliesslich marin.

Phalacroma Stein 1883.

Synon. Larve von Peridinium divergens Gourret (38).

Taf. 55, Figg. 1 und 2.

Klein bis ziemlich gross. Gestalt etwa eiförmig bis umgekehrt kegelförmig. Die Verschiedenheit der beiden Körperhälften bleibt hier im ganzen gering, so dass die vordere wie ein gewölbter, selten flacher Deckel erscheint. Die Leisten der Querfurche horizontal abstehend und nicht stärker entwickelt wie bei den Peridiniden gewöhnlich. Flügelleisten der Längsfurche wenig bis gut entwickelt; linke mit den drei Rippen. Lebend nicht untersucht.

Marin; wohl Kosmopolit. 4 Arten.

Dinophysis Ehrenberg 1839; Claparède und L. (21). Bergh (30). Stein (39). Pouchet (37 u. 48). Gourret (38). Bütschli (46).

Taf. 54, Fig. 8 und Taf. 55, Fig. 3.

Klein bis mittel (L. bis ca. 0,08). Gestalt im Allgemeinen in seitlicher Ansicht eiförmig oder länglicher. Das Hinterende häufig etwas zugespitzt bis stachelartig ausgewachsen. Stark comprimirt. Schliesst sich nahe an die vorhergehende Gattung an, von der sie sich hauptsächlich dadurch unterscheidet, dass die Vorderhälfte sehr reducirt, die Leisten der Querfurche stärker entwickelt sind und schief nach vorn aufsteigen. Namentlich ist die vordere stark entwickelt und bildet einen sog. Kopftrichter. Flügelleisten ähnlich entwickelt wie bei Phalacroma.

Marin. Kosmopolit. Artunterscheidung schwierig; 8 bis 10 Species bekannt.

Amphisolenia Stein 1883.

Taf. 55, Fig. 4.

Gross bis sehr gross. Unterscheidet sich von Dinophysis durch ungemeine Längsstreckung des Körpers, welcher langspindel- bis nadelförmig geworden ist. Die beiden Flügelleisten (l und l') gut entwickelt und gleich, doch ohne Rippen. Zwischen ihren hinteren Enden liegt die Geisselspalte (gs). Hinterende kuglig angeschwollen oder flossenartig verbreitert. Hülle, wie es scheint, nahezu structurlos.

Südsee und atlantischer Ocean. 2 Arten.

Citharistes Stein 1883.

Taf. 55, Fig. 5.

Mittelgross; Gestalt von der Seite etwa beutelförmig. Aehnlich Dinophysis, von welcher Gattung sie sich hauptsächlich dadurch unterscheidet, dass die Rückseite einen tiefen, von der Seite gesehenen, halbkreisförmigen Ausschnitt besitzt, der von zwei längsverlaufenden Balken brückenartig überwölbt wird. Linke Flügelleiste sehr ansehnlich, reicht bis nahe an den hinteren Pol, mit 4 bis 5 Rippen. Lebend nicht untersucht.

Atlantischer Ocean und Südsee. 1 Art.

Histioneis Stein 1883.

Taf. 55, Fig. 6.

Mittel- bis ziemlich gross. Gestalt beutel- bis kahnförmig; die dorsoventrale Axe übertrifft gewöhnlich die Hauptaxe an Länge. Querfurche so stark verbreitert, dass die Vorderhälfte nahezu völlig reducirt ist und, da die Verbreiterung an der Dorsalseite stärker ist, gleichzeitig ventralwärts verschoben erscheint. Die vordere Randleiste der Querfurche zu einem abnorm hohen Kopftrichter ausgewachsen; auch die hintere Randleiste erhebt sich fast zu derselben Höhe und direct nach vorn. Sie ist in der Dorsallinie unterbrochen, also in zwei seitliche Flügel zerfallen. Ebenso ist die linke Flügelleiste der Längsfurche abnorm nach hinten ausgewachsen, so dass sie stets bis an den hinteren Pol reicht und

über diesen bis zur Körperlänge nach hinten vorspringen kann. Sie lässt die drei Rippen deutlich erkennen, zu welchen sich aber noch secundäre gesellen können. Gewöhnlich ist sie vor der zweiten Rippe unterbrochen, so dass sie in eine hintere und eine vordere Leiste gesondert ist. Rechte Flügelleiste fast völlig reducirt. Lebend nicht untersucht.

Südsee. Stein unterscheidet 5 Arten, die sich jedoch theilweise recht nahe stehen.

Ornithocercus Stein 1883.

Synon. Dinophysis p. p. Pouchet (37).

Taf. 55, Fig. 7.

Mittelgross bis gross. Körper im Allgemeinen beutelförmig, seitlich ziemlich comprimirt. Schliesst sich nahe an die vorhergehende Gattung an. Querfurche ähnlich wie bei dieser, doch nicht ganz so stark verbreitert, so dass die Basis des hohen, excentrischen Kopftrichters nicht so auffallend verengt ist. Auch die hintere Randleiste der Querfurche nahezu so hoch wie der Kopftrichter entwickelt und dorsal geschlossen. Die linke Flügelleiste der Längsfurche ist noch mächtiger entwickelt und greift über den hinteren Pol auf die Dorsalseite, bis nahe an die Querfurche, über. Sie enthält neben den Hauptrippen zahlreiche accessorische mit Netzverzweigungen. Rechte Randleiste ganz reducirt.

Marin. Kosmopolit. 1 Art.

Amphidinium Claparède und L. 1859; Spengel bei Bergh (35), Stein (39), Klebs (44), Daday (45a), Pouchet (48, non 37).

Taf. 54, Fig. 6—7.

Klein bis sehr klein. Gestalt etwa ei- bis nahezu kugelförmig, z. Th. stark dorsoventral abgeplattet. Vorderhälfte sehr klein, knopfförmig oder deckelartig. Längsfurche über die ganze Hinterhälfte ausgedehnt und, wie es scheint, erweiterungs- und verengerungsfähig. Wahrscheinlich nackt, nach Stein aber mit sehr dünner in der Längsfurche unterbrochener Hülle. — Braune bis grüne Chromatophoren von bandförmiger bis kürzerer Gestalt vorhanden, die sich gewöhnlich um einen centralen Amylonkörper strahlig gruppiren. Nucleus in der Hinterhälfte.

Marin, Süsswasser und Salzteiche (Ungarn). 2 Arten.

Die Gattung Amphidinium bietet hinsichtlich ihrer Beziehungen grosse Schwierigkeiten, da sie einerseits direct von Prorocentrinen, andererseits aber auch von peridinidenartigen Formen entstammen könnte. Ich halte daher ihre Stellung bei den Dinophysiden noch nicht für gesichert.

3. Familie Polydinida.

Unterscheiden sich von den übrigen Diniferen durch Anwesenheit mehrerer Querfurchen und demnach auch wohl sicher mehrerer Quergeisseln.

Polykrikos Bütschli 1873; Bergh (30), Pouchet (37 u. 48).

Synon. Turbellarienlarve, Ouljanin, Protokolle der Ks. Gesellschaft der Freunde der Naturwissenschaften zu Moskau. 1868 p. 61.

Taf. 55, Fig. 8.

Mässig gross, ohne Hülle. Gestalt länglich tönnchenförmig. Gewöhn-

lich mit acht niedrig schraubigen Querfurchen, die alle in eine gemeinsame Längsfurche, welche die gesammte Bauchseite überzieht, einmünden (zuweilen in Vorbereitung zur Theilung wahrscheinlich auch mit mehr Querfurchen).

Am Hinterende der Längsfurche eine hintere Geissel und in jeder Querfurche wohl sicher eine Quergeissel. Zuweilen eine zweite hintere Geissel vorhanden. 4 rundliche Nuclei in gleichen Abständen hintereinander; jedem derselben sind nach Bergh einige Nebenkerne angelagert. Nesselkapseln im äusseren Plasma. Nahrungsaufnahme und Vermehrung durch Quertheilung wohl sicher.

Nördliche europäische Meere und Mittelmeer. 1 bis 2 Arten.

D. Bemerkungen über die vermuthliche Phylogenese in der Reihe der Dinoflagellaten.

Wenn wir hier einem Gegenstande einen besonderen Abschnitt widmen, dessen Erörterung wegen unserer noch so lückenhaften Erfahrungen, wohl Manchem verfrüht erscheinen dürfte, so geschieht dies desshalb, weil Bergh (30) diese Frage eingehend besprochen hat und wir sie daher nicht gänzlich umgehen können. Es sind nur wenige Punkte, über welche eine Einigung der Meinungen unschwer zu erzielen sein wird, über diese hinaus erheben sich sofort bedenkliche Zweifel und wir scheitern bald an der Unbestimmtheit unserer Kenntnisse über Fragen, welche unbedingt der Erledigung bedürfen, bevor mit Ernst an eine einigermaassen sichere Begründung des Stammbaumes innerhalb unserer Gruppe gedacht werden kann.

Ueber den Ausgangspunkt der Gruppe sind wir mit Bergh und Stein einig, suchen ihn also in prorocentrinenartigen Formen, von welchen die heutigen Prorocentrinen einen Rest bilden. Hieraus folgt weiter, dass wir mit Bergh der Ansicht sind: es seien die nackten Formen der Diniferen nicht, wie Stein will, die ursprünglichsten, sondern wohl sicher von Umhüllten herzuleiten. Die Natürlichkeit dieses Schlusses folgt daraus, dass noch die ganze Familie der Dinophysiden einen Bau der Schalenhülle bewahrt hat, welcher mit dem der Prorocentrinen principiell übereinstimmt; da nun, wie wir gleich sehen werden, die Diniferen jedenfalls mit gemeinsamem Stamm aus prorocentrinenartigen Vorfahren entsprangen, so wäre schwer einzusehen, dass die Dinophysiden die zweiklappige Hülle der Prorocentrinen selbstständig erworben hätten, wenn die Diniferen etwa aus nackten Prorocentrinen, die ja wohl existirt haben könnten, hervorgegangen wären. Dass aber die Diniferen einen gemeinsamen Ursprung haben mussten, erweist das nie fehlende Merkmal derselben, die Querfurche. Es erschiene gezwungen, an deren selbstständige Entstehung in den beiden Familien zu denken. Sollen wir nun mit Bergh annehmen, dass aus den Prorocentrinen zunächst die Dinophysiden und aus letzteren die Peridiniden hervorgingen, oder

sollen wir Stein's Ansicht theilen, dass die Dinophysiden aus peridinienartigen Formen durch Verschiebung der Querfurche an das Vorderende entstanden? Ich glaube, wir können uns weder der einen, noch der anderen Ansicht anschliessen, sondern müssen uns zunächst die Entstehung einer Urform der Diniferen aus den Prorocentrinen denken, von welcher dann beide Familien entsprangen. Welchen Bau aber dürfen wir nun dieser Urdinifere geben? Wenn wir diese Frage überlegen, so stossen wir zunächst auf eine Schwierigkeit, welche in den phylogenetischen Speculationen von Bergh umgangen wurde und die nicht leicht, ja, wie ich glaube, zur Zeit überhaupt nicht bestimmt zu erledigen ist. Bekanntlich sind die beiden Geisseln der Prorocentrinen nach vorn gerichtet wie bei den meisten Flagellaten und es bewegen sich diese Wesen auch mit nach vorn gerichteten Geisseln. Anders verhalten sich, wie bekannt, die Diniferen gewöhnlich, deren Längsgeissel bei der Bewegung nach hinten gerichtet ist. Wie ist aber diese Richtung der Längsgeissel bei den Diniferen entstanden? Dies konnte in zweierlei Art geschehen sein, entweder in der Weise, dass die Längsgeissel wie die Schleppgeissel der Heteromastigoden nach hinten umgeschlagen wurde, oder so, dass sich bei den Diniferen überhaupt die gewöhnliche Bewegungsrichtung gegenüber den Prorocentrinen umkehrte, dass sich also die Diniferen mit dem dem Hinterende der Prorocentrinen entsprechenden Pol voran bewegen. Für die Möglichkeit einer solchen Umkehr haben wir ein interessantes Beispiel in der von uns zu den Cryptomonadinen gezogenen Gattung Oxyrrhis, und es erscheint wichtig, dass gerade in dieser Flagellatenfamilie ein solches Verhalten eintreten konnte. Bergh entschied sich nun für die erste Alternative, wenn er sich auch über die Rückwärtsrichtung der Längsgeissel nicht näher ausspricht. Er lässt also die Dinophysiden dadurch aus Prorocentrum hervorgehen, dass der Geisselspalt etwas auf der Rückseite (nach Bergh die Bauchseite) des Prorocentrum nach hinten verschoben wurde und der Stachelapparat, welcher dabei natürlich die gleiche Verschiebung erlitt, zu der Anlage der hinteren Randleiste der Querfurche und der Flügelleisten der Dinophysis wurde; die eigentliche Querfurche und deren vordere Randleiste sind demnach völlige Neubildungen.

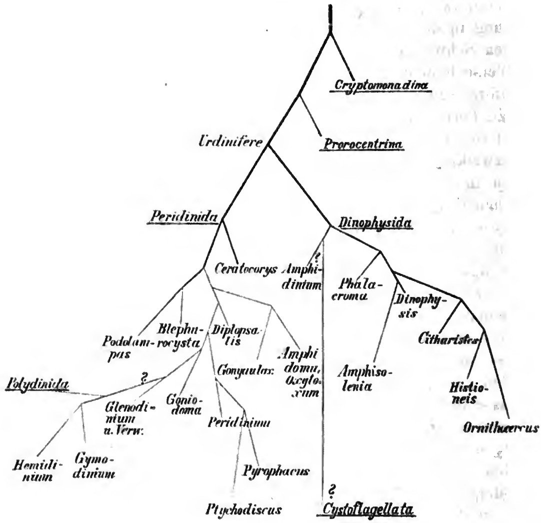
Wie ich schon in einer früheren Publikation (46) andeutete, neige ich mich der anderen Auffassung zu und halte es daher für wahrscheinlicher, dass wir die Diniferen mit ganz hinten gelegenem Geisselspalt, wie sie uns unter den Peridiniden in beträchtlicher Zahl begegnen, als die ursprünglicheren zu betrachten haben und dieselben nicht, wie Bergh will, durch die Annahme einer allmählichen Rückwärtsverschiebung des Geisselspaltes und der Querfurche erklären dürfen. Mich bestimmt hierzu die Möglichkeit, den Stachelapparat der Prorocentrinen bei dieser Annahme natürlicher, wie mir scheint, mit Einrichtungen der Diniferen in Zusammenhang zu bringen. Untersuchen wir auf diese Verhältnisse die Peridiniden mit am hinteren Pol gelegenem Geisselspalt, so

finden wir bei der Gattung Podolampas Stein eine Bildung, welche auffallend an den Stachelapparat von Prorocentrum erinnert. Bei Podolampas palmipes (T. 55, 9b) haben wir einen den Geisselspalt dorsal umgreifenden einfachen Stachel wie bei Prorocentrum; bei Podolampas bipes (55, 9a) dagegen ist er ein paariges Gebilde zu den Seiten des Geisselspaltes, doch wissen wir, dass der Stachelapparat auch bei gewissen Prorocentrumarten noch eine deutlich paarige Beschaffenheit zeigt, so dass wir wohl berechtigt sind, die unpaare Bildung von der paarigen abzuleiten. Seltsamer Weise entbehren die Gattungen Podolampas und die ganz nahe verwandte Blepharocysta auch der Querfurche; man könnte also versucht sein, hierin eine noch grössere Annäherung an die Prorocentrinen zu erblicken. Dies scheint mir aber sehr gewagt, denn die Zusammensetzung ihrer Schalenhülle reiht sie an die übrigen Peridiniden und ist viel complicirter wie bei den Dinophysiden und Prorocentrinen. Da nun die Dinophysiden die Ursprünglichkeit der Schalenhülle bewahrten und stets eine gut entwickelte Querfurche besitzen, so müssen wir der Urform der Diniferen schon die Querfurche zuschreiben und können daher deren Mangel bei den beiden Gattungen der Peridiniden nicht wohl anders als eine Rückbildung beurtheilen. Doch mag die Möglichkeit einer solchen Rückbildung bis zu gewissem Grad als Bestätigung für ihre Ursprünglichkeit dienen; die Formen, aus welchen sie entsprungen sind, mögen noch eine sehr wenig entwickelte Furche besessen haben. Da sich ferner bei Podolampas von dem hinteren Stachelapparat schon eine deutliche, wenn auch noch kurze linke Flügelleiste der Längsfurche entwickelt hat, bei Blepharocysta aber deren zwei (Bergh) unter Reduction der eigentlichen Stacheln, so lassen sich daraus leicht die Verhältnisse bei Diplopsalis und den übrigen Peridiniden ableiten und ebenso die Flügelleistenbildung der Dinophysiden.

Von der Urform der Diniferen können wir uns nach diesen Betrachtungen etwa die Vorstellung machen, dass sie mit zweiklappiger Schalenhülle versehen war, mit einem am hinteren Pol gelegenen Geisselspalt und zu dessen Seiten, resp. etwas mehr dorsal, mit zwei Stachelfortsätzen; dass sie ferner eine wahrscheinlich nur wenig ausgeprägte Längsfurche besass, welche von dem Geisselspalt eine kleine Strecke weit auf der Bauchseite nach vorn zog und hier mit einer wenig entwickelten Querfurche in Zusammenhang stand. Wahrscheinlich kam dieser Ausgangsform auch schon eine Apicalöffnung zu.

Die Dinophysiden entwickelten sich aus dieser Urdinifere durch allmähliche Verlagerung der Querfurche und des Geisselspaltes an das Vorderende. Für die Annahme einer Reduction des Vorderkörpers bei dieser Familie spricht auf das entschiedenste die in der Reihe derselben deutlich hervortretende Tendenz zu fortschreitender Rückbildung des Vorderkörpers. Bei den ohne Zweifel ursprünglichsten Formen (Phalacroma z. B.) finden wir die Vorderhälfte nur wenig kleiner wie bei manchen Peridiniden; bei den extremsten Formen dagegen schwin-

det der Vorderkörper schliesslich so zu sagen völlig. Die phylogenetische Entwicklung in der Reihe der Dinophysiden bietet in dieser Weise keine erheblichen Schwierigkeiten dar, zweifelhafter gestaltet sich dagegen ein solcher Versuch in der Familie der Peridiniden. Bergh beansprucht als deren Urform seine Gattung Protoperidinium, welche nach unserer Ansicht zu Peridinium im Sinne Stein's gehört. Peridinium ist nun eine Form mit so complicirter Schalenhülle, dass sie jedenfalls nicht direct aus der zweiklappigen Urform entstehen konnte, obgleich sich manche Peridinien in den beiden hinteren Stacheln der Podolampas einen recht ursprünglichen Besitz bewahrten. Wir müssen uns überhaupt zunächst fragen, wie die complicirte Zusammensetzung der Peridinienhülle aus der zweiklappigen Hülle der Urform entstanden sein kann. Es wird keiner Frage unterliegen, dass wir die einfachen Verhältnisse der Hülle bei Glenodinium und Verwandten nicht als die ursprünglichen zu beanspruchen haben, was sich wohl auch darin ausspricht, dass deren Geisselspalt weit vom Hinterende nach vorn verschoben ist. Ich glaube nun, dass sich eine gesicherte Rückführung der Hüllenverhältnisse der Peridiniden auf die der Urform, und damit auch die Vergleichung der Verhältnisse der Hüllen der Peridiniden untereinander, erst bewerkstelligen lassen wird, wenn ein genauer Einblick in die Theilungsverhältnisse erlangt ist, denn es scheint aller Grund zur Annahme vorzuliegen, dass die beiden Hälften, in welche die Hülle bei der Theilung (Ceratium) auseinandergeht, wohl auf die beiden ursprünglichen Klappen der Prorocentrinen und Dinophysiden zurückgeführt werden dürfen. Lässt sich dieser Standpunkt festhalten, so würde sich nach dem wenigen, was über die Theilung von Ceratium bis jetzt bekannt wurde, ergeben, dass die Apical- und Antapicaltafeln der Peridiniden in der Weise hervorgingen, dass die ersteren sich aus dem Vorderende der linken Klappe, die Antapicalplatten dagegen aus dem Hinterende der rechten Klappe differenzirten. Dann entwickelten sich wohl Zustände, wie sie bei Ceratocorys noch bestehen, wo die vorderen und hinteren Hälften jeder Klappe nur in zwei Aequatorialplatten gesondert erscheinen. Aus solchen Formen mögen sich dann diejenigen Peridiniden entwickelt haben, welche 5 Aequatorialtafeln in der Vorderhälfte und z. Th. auch der Hinterhälfte besitzen, wie Amphidoma, Oxytoxum und Diplopsalis. Es wäre verfrüht und würde den Aufwand an Worten nicht lohnen, wenn ich meine Ansichten über die Phylogenie in der Reihe der Peridiniden genauer darlegen wollte; ich beschränke mich daher darauf, denselben durch die Aufstellung eines graphischen Stammbaumes einen kurzen Ausdruck zu geben und bitte nur, denselben nicht für etwas anderes nehmen zu wollen, als was er sein kann, nämlich einen Ausdruck unserer sehr unvollkommenen Kenntnisse von dem Bau und den Verwandtschaftsverhältnissen der Dinoflagellaten.



Auch Gourret (38) hat sich in phylogenetischen Speculationen über die Dinoflagellaten ergangen, welche ich jedoch für durchaus unhaltbar und unbegründet erachten muss und die ich desshalb auch nur ganz kurz berühre. Er kann weder die Prorocentrinen als die ursprünglichsten Dinoflagellaten anerkennen, noch die Ableitbarkeit der Gruppe von den Flagellaten; dagegen stellt er die durch nichts begründete Hypothese auf, dass die Dinoflagellaten sich aus den Larven der Flagellaten entwickelt hätten, welche nach ihm mit einem vergänglichen Cilienkleide versehen sein sollen. Worauf sich diese seltsame, gewissermaassen als allgemein bekannt, hingestellte Thatsache gründen soll, wird leider nicht mitgetheilt. Durch einen sehr seltsamen und in keiner Weise annehmbaren Gedankengang gelangt er weiter zu der Vorstellung, dass die Ceratien die ursprünglichsten Dinoflagellaten seien, indem er in den Hörnern derselben Pseudopodien erkennen will, welche durch die Entwickelung einer Schalenhülle unbeweglich geworden seien und deren Vorhandensein einen sehr ursprünglichen Character dieser Gattung bilde. Aus letzterer lässt er dann alle übrigen Dinoflagellaten, auch die Prorocentrinen, entspringen; doch glauben wir nach dem Vorbemerkten auf das Nähere hierüber wohl verzichten zu können.

13. Physiologisch-Biologisches.

A. Ernährungsverhältnisse.

Die Ernährungsverhältnisse unserer Abtheilung scheinen ähnlich schwankende zu sein wie die der Flagellaten, doch dürfen wir nicht vergessen, dass diese Vorgänge noch nicht hinreichend studirt wurden. Ge-

sichert scheint einmal, dass die mit Chromatophoren versehenen Formen nie, oder doch höchstens ausnahmsweise, feste Nahrung aufnehmen, und demnach wie die entsprechenden Flagellaten in holophytischer Weise assimiliren. Alle vertrauenswerthen Beobachter versichern wenigstens, dass sie in solchen Formen nie feste Nahrungskörper fanden. Dem gegenüber will es nicht viel besagen, dass Gourret (38) im Plasma eines Ceratium Tripos ein etwas zweifelhaftes Algenbruchstück gefunden haben will und überhaupt versichert, dass der Bauchausschnitt der Ceratien als Mundöffnung functionire, da das Plasma hier frei liege, was ja thatsächlich unrichtig ist. Von einer Mundöffnung der Dinoflagellaten haben aber auch andere Beobachter häufig gesprochen, so bezeichnet Stein den Geisselspalt überall als eine solche, doch zeigen seine Abbildungen und der Text zweifellos, dass er nur bei zwei nackten Formen feste Nahrungspartikel im Körper beobachtete. Er betrachtete daher die Mundöffnung wie diejenige der Euglenen nur als Aufnahmestelle für flüssige Nahrung (28). Eine ähnliche Ansicht vertrat auch Bergh (30) für gewisse chromatophorenfreie Formen, bei welchen er die in der Nähe des Geisselspaltes gelegene Vacuole als Aufnahmeapparat flüssiger Nahrung auffasst. Wir dürfen aber für wahrscheinlich halten, dass diese saprophytischen Dinoflagellaten ebensowenig wie einzellige Pilze einer besonderen Oeffnung der Membran zur Aufsaugung bedürfen und erkennen die Bedeutung des Geisselspaltes wesentlich als Austrittsöffnung der Geisseln. Uebrigens findet sich ja auch die Vacuoleneinrichtung in gleicher Weise bei gefärbten Dinoflagellaten.

Nichtsdestoweniger scheint es einige nackte Formen zu geben, welche feste Nahrung aufnehmen wie Stein's und Bergh's Erfahrungen gelehrt haben. Bei dem sog. Gymnodinium Vorticella fand Stein nicht selten Chlamydomonadinen im Plasma (51; 7, N), welche doch nur als aufgenommene Nahrung beurtheilt werden können, und auch in Hemidinium nasutum versichert er, mehrfach grosse grüne Körper beobachtet zu haben. Dass er sie aber als „gefressene" bezeichnet, scheint über das thatsächlich Beobachtete hinauszugehen, wenn es auch wahrscheinlich sein mag. Mit grosser Bestimmtheit spricht sich auch Bergh über die Nahrungsaufnahme seines Gymnodinium gracile und spirale aus. In ersterem fand er Nahrungsballen, ähnlich denen der ciliaten Infusorien und im Plasma des letzteren beobachtete er „sehr häufig gefressene Organismen, Monaden u. A.". Noch bestimmter lauten die Angaben Kent's (32) über die räuberische Lebensweise seines sog. Gymnodinium marinum, welches Bodonen und andere Monaden mittels einer an der Insertion der Längsgeissel gelegenen Mundöffnung verschlingen soll, wobei letztere sich weit öffne. Er fügte auch eine Abbildung des Actes der Nahrungsaufnahme bei, welche aber die Sache wenig aufklärt. Ebenso versichert Entz (41), dass er sich bei Gymnodinium pulvisculus von der Existenz eines deutlichen Mundes und Schlundes überzeugt habe. Die betreffenden Organe sollen ganz wie die der Ciliate Urocentrum

Turbo gelagert sein, welche ja nach der Ansicht von Entz mit den Dinoflagellaten nahe verwandt wäre. Gegenüber diesen Angaben müssen wir besonders betonen, dass Bergh bei den erwähnten Gymnodinien eine Mundstelle nicht auffinden konnte. Ganz isolirt steht bis jetzt eine von Maupas*) leider nur kurz und gelegentlich geschilderte Beobachtung über die Nahrungsaufnahme einer kleinen marinen Peridinide von unbestimmter Natur. Dieselbe soll sich an grosse ciliate Infusorien anlegen und einen an die Tentakel der Acineten erinnernden Saugfaden in deren Leibessubstanz einsenken, mit dem sie das Infusor aussaugt. Maupas vergleicht diese Art der Nahrungsaufnahme auch mit der p. 698 geschilderten des Bodo caudatus.

Die ältesten Erfahrungen über Nahrungsaufnahme gymnodinienartiger Wesen rühren von Ehrenberg und Schmarda her; ersterer konnte sein Peridinium pulvisculus (fraglich ob identisch mit dem Stein'schen Glenodinium pulvisculus) mit Carmin füttern und letzterer fand in seinem Glenodinium roseolum ansehnliche grüne Körper, welche er als aufgenommene Microglenen deutete (vielleicht war auch diese Form, wie Stein vermuthet, ein Gymnodinium).

Schliesslich hätten wir noch der Gattung Polykrikos zu gedenken. Sowohl Bütschli wie Bergh glauben bei derselben Nahrungsballen im Plasma gefunden zu haben, ohne jedoch über die Art der Nahrungsaufnahme etwas ermitteln zu können.

Von Ausstossung unverdauter Nahrungsreste wurde bis jetzt nur einmal etwas gesehen; Bergh beobachtete nämlich bei Gymnodium spirale die Ausstossung körniger Massen am Vorderende und deutet den Vorgang in obigem Sinne.

Nach dem Mitgetheilten kann ich nicht zweifeln, dass bei gewissen Gymnodinien und Verwandten animalische Ernährungsweise vorkommt und es ist auch characteristisch, dass diesen Formen fast ausnahmslos die Chromatophoren fehlen; nur Hemidinium bildete eine Ausnahme, wenn Stein's Beobachtung über dessen Nahrungsaufnahme gerechtfertigt ist.

Sollte es sich nun in der Zukunft voll bewähren, dass die animalische Ernährungsweise den genannten Dinoflagellaten zukommt, so dürfte dies von erheblichem Interesse sein. Wie schon betont wurde, kann es nämlich kaum fraglich sein, dass die chromatophorenlosen und nackten Formen von gefärbten und beschalten abstammen, welche sich in holophytischer Art ernährten. Es spricht also Vieles dafür, dass die thierische Ernährungsweise in der Gruppe der Dinoflagellaten aus holophytischer, resp. unter Vermittelung saprophytischer, entstanden ist.

B. Häutungserscheinungen.

Es scheint sicher, dass bei nicht wenigen Dinoflagellaten die alte

*) Archives de Zoologie expér. Vol. IX. p. 365.

Schalenhülle zeitweilig verloren geht und eine neue gebildet wird. Fast alle hierüber gesammelten Erfahrungen beziehen sich übrigens auf Peridiniden, so dass es unsicher bleibt, ob die gleiche Erscheinung auch bei den Dinophysiden angetroffen wird. Auch ist die Sachlage noch keineswegs so aufgeklärt, um den Vorgang vollständig zu überschauen. Bei Exuviaella Lima scheint die Häutung nach den Erfahrungen Cienkowsky's recht häufig zu sein und sich besonders in alten Culturen bei demselben Individuum rasch hintereinander mehrere Male zu wiederholen. Dies Verhalten veranlasste sogar die Wahl des Gattungsnamens. Dabei fallen die beiden Klappen der Hülle auseinander und das Wesen tritt aus demselben schon mit einer neuen Hülle bekleidet hervor.

Claparède und Lachmann (21) waren es, die zuerst darauf hinwiesen, dass in Gesellschaft beschalter Peridiniden nicht selten auch nackte Individuen gefunden werden, welche, ihrer Bauweise nach, von den ersteren nicht specifisch unterscheidbar sind. Auch Stein will solchen nackten Individuen bei den Gattungen Gonyaulax, Goniodoma, Peridinium und Glenodinium begegnet sein (39). Ebenso fand Bergh nackte Individuen von Peridinium divergens, Diplopsalis, Glenodinium cinctum und Prorocentrum micans. Immerhin scheint es mir etwas unsicher, ob die als nackt beschriebenen Formen jeder Spur einer Hülle entbehrten oder nicht die noch zarte Anlage einer solchen aufwiesen. Klebs (44) wenigstens konnte sich von der Existenz nackter Individuen, als Entwickelungszustände der Umhüllten, nicht überzeugen und Stein sprach sich im I. Band seiner Flagellaten (28) auch etwas reservirt aus, indem er bei den „nackten" Formen von Peridinium tabulatum und Glenodinium von einem feinen Häutchen redet, welches er zwar als eine „Cuticularschicht" von der eigentlichen Schalenhülle zu unterscheiden suchte, eine Differenz, die in der Natur nicht begründet sein dürfte.

Solche Zustände nun können in doppelter Weise entstanden gedacht werden, entweder, indem eine freibewegliche gewöhnliche Form ihre Hülle abwirft, oder indem eine ruhende Form aus der Schalen- oder Cystenhülle austritt, bevor eine neue gebildet, oder doch einigermaassen ansehnlich entwickelt wurde. Der erstgenannte Fall wurde noch nicht direct beobachtet, der zweite dagegen gelegentlich wahrgenommen. So konnte Askenasy (46) beobachten, dass aus ruhenden, d. h. geissellosen Glenodinium cinctum der Körper austrat, indem die Schalenhülle an einer Stelle der Querfurche aufriss, der Körper sich aus der Oeffnung hervorzwängte und mit den Geisseln weiter bewegte. Stein konnte bei dieser Art, sowie Peridinium tabulatum den Austritt aus der Schalenhülle nicht direct beobachten und glaubt, dass derselbe im Laufe der Nacht oder früh am Morgen erfolge; er fand, dass sich der ruhende Körper, nach Verlust der Geisseln, in der Hülle stark kuglig contrahire und dann nach erneuter Ausbildung der Querfurche und der Geisseln wahrscheinlich die alte Schalenhülle abwerfe. Wie schon bemerkt, scheint aus seiner Darstellung hervorzugehen, dass die neue Hülle

schon vor dem Austritt als schwache Membran angelegt werde. Das Hervortreten des zusammengezogenen Körpers aus der zerfallenden Schalenhülle schilderte er weiterhin für Glenodinium foliaceum, Heterocapsa triquetra, Gonyaulax spinifera und Goniodoma; in den beiden letzten Fällen war der austretende Körper von einer schon ziemlich dicken und angeblich „weichen" (gallertartigen) Hülle bekleidet, die eine deutliche Querfurche besass. Geisseln werden an den austretenden Körpern nicht gezeichnet. Wenn es daher auch nicht unwahrscheinlich ist, dass letztere z. Th. wenigstens wieder zu beweglichen, gewöhnlichen Individuen heranwachsen mögen, so bleibt doch nicht ausgeschlossen, dass das Abstreifen der Schalenhülle z. Th. auch die Encystirung einleiten möge, wofür wir ja früher Beispiele kennen gelernt haben. Schon Claparède und Lachmann beobachteten das Abwerfen der Schalenhülle bei ruhenden Glenodinium cinctum und nahmen an, dass darauf Encystirung folge.

Bezüglich der vorhin erwähnten Gattung Gonyaulax habe ich noch an eine eigene Beobachtung zu erinnern. Bei zahllosen Individuen der Gonyaulax polyedra, welche ich im Auftrieb aus der Kieler Bucht sah, hatte sich der Körper stets stark von der Schalenhülle zurückgezogen und mit einer zarten, structurlosen Membran umkleidet (52, 3b; h). Die Schalenhülle zerfiel bei diesen, mit Geisseln versehenen Individuen sehr leicht in die Tafeln. Ich möchte vermuthen, dass es sich auch in diesem Fall um einen solchen Häutungsprocess handelte. Für die von Bergh (30) bei einer Reihe von Formen beschriebenen Ruhezustände (Peridinium tabulatum, divergens und pellucidum, Protoceratium, Dinophysis laevis und Prorocentrum) muss es zweifelhaft bleiben, ob sie beginnende Encystirungen oder Häutungen waren. Nur bei Peridinium tabulatum wird um den kuglig zusammengezogenen Weichkörper eine neugebildete homogene Membran erwähnt, bei den übrigen nur eine kuglige Zusammenziehung des Weichkörpers innerhalb der Schale angegeben.

Aus dem Angeführten ist zu ersehen, dass der Stand der Frage noch ein ziemlich unsicherer ist. Sollte sich bei weiterer Erforschung derselben wirklich ergeben, dass die Häutung eine regelmässige Erscheinung im Leben der Peridiniden und anderer Dinoflagellaten ist, so liesse sich mit Stein wohl daran denken, dass dieser Vorgang das Weiterwachsthum ermögliche, auch wenn die alte Schalenhülle demselben nicht mehr zu folgen im Stande ist.

In seiner zweiten Arbeit theilte auch Pouchet (48) eine Reihe von Erfahrungen über die Häutungserscheinungen der Peridiniden mit. Er hebt ihre Häufigkeit hervor, auch dass sie sich im Leben desselben Individiums in kurzen Fristen mehrfach wiederholen können (Glenodinium obliquum, Peridinium tabulatum etc.). Unter dem Begriff der Häutung fasst er jedoch auch diejenigen Theilungserscheinungen zusammen, wo die Theilsprösslinge in der alten Hülle entstehen und dieselbe später verlassen. Obgleich eine solche Betrachtungsweise nicht unnatürlich ist, dürfte sie doch dem Sprachgebrauch nicht entsprechen. Die gehäuteten Individuen sollen entweder im nackten Zustand (z. B. Peridinium divergens) die alte Hülle verlassen oder nach Bildung einer neuen, hinsichtlich derer er aber zweifelt, ob sie zur definitiven wird. Sollte dies nicht der Fall sein, so zögen wir vor, den betreffenden Vorgang

unter die Encystirungsprocesse zu reihen und haben in dem betreffenden Abschnitt auch schon entsprechendes geschildert. Nicht unwichtig ist, dass Pouchet bei der Häutung der Peridiniden stets eine beträchtliche Condensirung des Plasmas beobachtete, dass also bei diesem Vorgange eine Verkleinerung eintritt. Sehr interessant ist ferner, dass die Häutung nicht selten durch eine Festheftung eingeleitet wird (Peridinium, Diplopsalis, Glenodinium). Letztere geschieht durch Excretion eines durchsichtigen Schleims, der gewöhnlich nur an einer beschränkten Stelle gebildet wird. Bei fortgesetzter Abscheidung solchen Schleims können sich die festgehefteten Individuen von der Unterlage allmählich erheben, von einem Schleimstiel getragen. Derartige Stielbildung wurde bei Peridinium und Diplopsalis beobachtet. Bei letzterer z. B. der interessente Fall, dass das festgeheftete Individium sich innerhalb der Hülle theilte, die beiden kugligen Sprösslinge hierauf aus der Hülle traten und je einen sehr langen Schleimstiel bildeten. Letztere zeigten eine Anzahl Verdickungsringe in ziemlich regulären Abständen, welche wahrscheinlich Pausen im Wachsthum der Stiele bedeuteten. Da jeder Sprössling mit einer ziemlich resistenten Hülle versehen war, so dürfte auch dieser Process nicht den eigentlichen Häutungen angehören, sondern den Ruhe- und Encystirungszuständen. Er erinnert interessanter Weise lebhaft an die Koloniebildung der Flagellatengattungen Colacium und Chlorangium (s. p. 769). Die Entwickelung von Schleimstielen erweckt unser Interesse aber auch durch die Erinnerung an die Desmidiaceen und Bacillariaceen, wo dieselbe Fähigkeit gleichfalls recht verbreitet ist. Pouchet glaubt übrigens, dass diese Schleimsecretion gewisser Dinoflagellaten einen krankhaften Zustand anzeige, welcher gewöhnlich zum Tode führe.

C. Verhalten der gefärbten Dinoflagellaten zum Licht und Lichtproduction.

Gegen Licht verhalten sich die gefärbten Dinoflagellaten analog den Flagellaten, doch fehlen eingehendere Untersuchungen darüber bis jetzt gänzlich, so dass speciellere Erörterungen unmöglich sind. Dagegen verdienen die Dinoflagellaten unser besonderes Interesse durch eine andere Beziehung zum Licht, da es für eine Anzahl mariner Formen ziemlich sicher ist, dass sie activ Licht produciren. Wir erfuhren schon in der Einleitung, dass Michaelis (4) zuerst auf die Lichtentwickelung einiger Dinoflagellaten aufmerksam machte und nachwies, dass das diffuse Meerleuchten des Kieler Hafens in der Hauptsache durch dieselben bewirkt werde. Seine Versuche mittels Filtration bewiesen einmal, dass es die in stark leuchtendem Wasser reichlich vorhandenen beweglichen Organismen sein müssen, welche das Leuchten bewirken, denn das filtrirte Wasser leuchtete nicht mehr, dagegen der auf dem Filter gebliebene schleimige Rückstand bis zur Austrocknung.

Bei genauerer Betrachtung zeigte sich ferner, dass die Lichtentwickelung von beweglichen kleinen Punkten ausging. Da es nun einigemale gelang, einen solchen Leuchtpunkt mittels eines Capillarröhrchens zu fangen und als eine Dinoflagellate zu erkennen (meiner Ansicht nach Peridinium divergens) und sich ferner einige andere Formen immer fanden, wenn das Wasser leuchtete (Ceratium Tripos und Fusus, Prorocentrum micans), so schien der Schluss gesichert, dass die marinen Dinoflagellaten Leuchtwesen sind.

Ehrenberg*) bestätigte diese Angaben von Michaelis durch eigene Untersuchungen, indem er die Leuchtpunkte aus Seewasser von Kiel

*) Abh. der Berliner Akademie a. d. J. 1834, p. 537.

mit der Spitze einer feinen Feder heraushob und isolirt unter das Mikroskop brachte. Mittels dieses Verfahrens will er sich überzeugt haben, dass Ceratium Tripos, Fusus und Furca, sowie Prorocentrum leuchten. Auch 1859 (und 1873) constatirte Ehrenberg das Leuchten gewisser Varietäten der genannten Ceratien und der Gattung Blepharocysta im Mittelmeer, liess dagegen das der gleichzeitig entdeckten Exuviaella Lima (gleich Cryptomonas Lima Ehr.) zweifelhaft.

Es scheint seltsam, dass gegen diese so sicher lautenden Mittheilungen von einigen Seiten Widerspruch erhoben wurde. So konnten sich Claparède und Lachmann (21) von dem Leuchten der Ceratien nicht überzeugen und Gourret (38) sprach sich in neuester Zeit mit grosser Bestimmtheit gegen das Leuchtvermögen der marinen Dinoflagellaten überhaupt aus, doch scheint mir seine Autorität gerade nicht besonders vertrauenerweckend. Ich schliesse mich daher um so lieber der Ansicht Stein's an, welcher den Angaben Michaelis' und Ehrenberg's im Allgemeinen durchaus beistimmt. Leider scheint aber auch er das Leuchten der Peridiniden der Kieler Bucht nicht direct festgestellt zu haben, doch bestätigt er, dass das Leuchten durchaus an die Gegenwart der Dinoflagellaten gebunden sei; ähnlich äusserte sich auch Pouchet (37). Noctiluca tritt bekanntlich im Kieler Hafen nur sehr selten auf und ist dann, wie es scheint, durch besondere Windverhältnisse aus der Nordsee zugeführt. Es ist bedauerlich, dass Bergh und Klebs dieser Frage keine Aufmerksamkeit zuwendeten. Nach allem Bemerkten zweifele ich nicht an der Richtigkeit der älteren Angaben und hoffe, dass diese Zeilen vielleicht Veranlassung geben werden, die nicht schwierige Frage definitiv zu erledigen.

Ueber das Leuchten von Süsswasserformen berichtete bis jetzt nur ein einziger Beobachter, Werneck (8). Derselbe will bei Salzburg angeblich Ceratium Furca, Peridinium Michaelis und ein sog. Peridinium lucina leuchtend gesehen haben (Vergl. über angebliches Vorkommen dieser beiden marinen Formen im süssen Wasser weiter unten p. 1024).

Was Michaelis in seiner Schrift weiter über die Art des Leuchtens und das Verhalten desselben unter dem Einfluss verschiedenartiger Agentien mittheilt, stimmt im Allgemeinen so wohl mit dem überein, was wir genauer und eingehender über das Leuchten der Noctiluca erfahren haben, dass ich eine Besprechung an dieser Stelle unterlassen zu dürfen glaube, indem eine ausführliche Darstellung des Leuchtens im Abschnitt über die Cystoflagellaten folgen wird.

D. Wohnortsverhältnisse der Dinoflagellaten.

Von den ca. 28 Gattungen der Dinoflagellaten ist nur eine einzige ausschliesslich im süssen Wasser gefunden worden (Hemidinium); von den übrigen besitzen 5 auch Vertreter im Süsswasser, der Rest von 22 Gattungen wurde bis jetzt nur marin beobachtet. Von den 90 bis 95 Arten finden sich nur 14 bis 15 im süssen Wasser, die übrigen sind marin.

Ueber das Vorkommen der Süsswasserformen ist wenig zu bemerken; dieselben scheinen sich am besten in ruhigen und nicht fauligen Tümpeln, Sümpfen und Teichen zu entwickeln. Besonderes Interesse verdient es, dass gewisse Formen mit Vorliebe ausgedehntere Gewässer, grössere Teiche oder Seen zu bevölkern scheinen und dann, wie ihre Ernährungsverhältnisse es bedingen, Mitglieder der pelagischen Fauna bilden. Durch die neueren Untersuchungen der pelagischen Fauna der nördlichen wie südlichen alpinen Seen wurde speciell Ceratium Hirundinella als eine solche Form erkannt. Die Untersuchungen von Imhof (42) (dessen Ceratium reticulatum ich mit Blanc nur für die zweihörnige Varietät des Ceratium Hirundinella halte), Pavesi*) und Blanc (45) erwiesen dies. Aber auch in Ostindien wurde dasselbe Ceratium in den Seen von Kumaon (Himalaya), 4- bis 6000 Fuss über dem Meeresspiegel, so massenhaft beobachtet, dass das Wasser von ihm braun gefärbt war. Wir besitzen darüber einen Bericht Carter's (24), welcher zwar an die specifische Verschiedenheit der indischen und der europäischen Form glaubte, doch war auch sie wohl nichts weiter wie die zweihörnige Varietät des Cer. Hirundinella. Sowohl Carter wie Blanc berichten, dass das Ceratium nicht direct an der Oberfläche, sondern in einiger Tiefe angetroffen werde, nach Carter in den indischen Seen hauptsächlich in 10 bis 12 Fuss Tiefe, nach Blanc im Genfer See am reichsten in 10 Meter Tiefe. Wahrscheinlich dürfte dies, sowie die Verschiedenheit in der Tiefe, mit der Intensität der Belichtung zusammenhängen.

Als Mitglieder der pelagischen Fauna der Alpenseen werden von Imhof noch aufgeführt Peridinium tabulatum und ein unbestimmtes Ceratium, von Blanc Glenodinium cinctum. Als ganz besonders merkwürdiges Vorkommen erwähnte endlich Maggi (31, a) das marine Ceratium Furca aus einigen italienischen Alpenseen. Abbildungen liegen aber nicht vor, welche entscheiden liessen, ob die Bestimmung richtig ist und ich glaube mit ziemlicher Sicherheit annehmen zu dürfen, dass auch dieses angebliche Ceratium Furca nur die zweihörnige Varietät von Hirundinella war. Das Gleiche möchte ich mit Stein für das von Cohn (11) in einem Graben Breslau's beobachtete Ceratium Furca festhalten; es erklärt sich diese Verwechselung um so leichter, da Ehrenberg Ceratium Hirundinella nicht kannte und dasselbe daher leicht für das in dem grossen Infusorienwerk abgebildete ähnliche Ceratium Furca gehalten werden konnte. Wir wollen an dieser Stelle gleich die weiteren Angaben über gelegentliches Vorkommen mariner Formen im süssen Wasser besprechen, welche stets ein gewisses Aufsehen erregten, ja Maggi sogar Veranlassung zu der Ableitung der Fauna der Binnenseen aus der des Meeres gaben. Diese Angaben scheinen aber nicht sicherer wie die erwähnten über das Ceratium Furca.

*) Altra serie di ricerche e studi sulla fauna pelag. d. laghi italiani. Padova. 1883.

Zunächst soll nach Claparède und Lachmann (21) das Ceratium Tripos von Pringsheim zu Berlin beobachtet worden sein, doch fehlt gleichfalls der genauere Nachweis und ich neige mich daher der Annahme zu, dass es sich ebenfalls um eine Verwechselung mit Ceratium Hirundinella handelte. Werneck (8) will sogar drei marine Formen zu Salzburg gefunden haben: Peridinium Michaelis, Ceratium Furca und Prorocentrum micans. Die Angabe über die zweite Form erklärt sich nach dem oben Bemerkten von selbst; hinsichtlich der zwei anderen wird es schwer sein, zu einer sicheren Entscheidung zu gelangen, so lange nicht die Originalabbildungen Werneck's zugänglich gemacht werden. Ich für meine Person hege keinen Zweifel, dass Werneck's Angaben auf irrthümlichen Deutungen beruhen, denn Niemand anders fand diese Formen im süssen Wasser. Endlich hätten wir noch anzuführen, dass Pouchet (37) das in süssem Wasser so verbreitete Glenodinium cinctum auch aus dem Mittelmeer beschrieb, doch ist seine Darstellung nicht genügend um die Richtigkeit der Bestimmung sicher beurtheilen zu können. Ich halte jedoch gerade diesen Fall für wohl möglich, da dieses Glenodinium auch von Entz in einem Salzteich Ungarns beobachtet wurde. Wir erkennen aus diesen Bemerkungen, dass die Angaben über das Vorkommen von Meeresformen im süssen Wasser auf sehr schwachen Füssen stehen, ja dass es recht wahrscheinlich ist, dass sie sämmtlich keine Begründung besitzen. Es liegt mir zwar ferne, das gleichzeitige Vorkommen einer und derselben Form an beiden Orten überhaupt bestreiten zu wollen, durch die augenblicklich bekannten Thatsachen lässt sich dasselbe aber gewiss nicht sicher beweisen.

Ihren grössten Reichthum entfalten aber die Dinoflagellaten, wie bekannt, im Meer, wo sie gleichfalls der pelagischen Fauna angehören und einen nicht unansehnlichen Theil derselben bilden. Genaueres über ihr Verhalten ist kaum bekannt, doch scheint aus den Beobachtungen der Challengerexpedition zu folgen*), dass sie wie Noctiluca ihre Hauptverbreitung längs der Küsten finden, im offenen Ocean dagegen nicht oder doch nur wenig entwickelt sind. Aus den Beobachtungen von Michaelis haben wir erfahren, dass der Reichthum des Kieler Hafens an Dinoflagellaten im Laufe des Sommers allmählich wächst und sein Maximum im Juli und August erreicht, doch fehlen dieselben auch in den Wintermonaten nicht gänzlich, das Leuchten des Seewassers wurde sogar unter der Eisdecke wahrgenommen.

Es ist natürlich, dass die pelagischen Dinoflagellaten des Meeres zahlreichen Thieren, welche eine ähnliche Lebensweise führen zur Nahrung dienen. Ihre widerstandsfähigen Schalenhüllen füllen desshalb oft in grosser Menge den Darm gewisser Seethiere. Stein hat hiervon grossen Vortheil gezogen und eine ansehnliche Zahl der von ihm entdeckten Formen stammt aus dem Darminhalt von Salpen, Ascidien, Glieder-

*) S. den Bericht von Murray in Proc. roy. soc. London, Bd 24, p. 583.

würmern und Comateln, welche Abtheilungen, namentlich aber die Salpen, besonders reich an Dinoflagellatenresten sind.

Interessant erscheint, dass Joseph (29) sein Peridinium stygium in der feuchten Erde einer Krainer Höhle gefunden hat; die beweglichen Zustände desselben dürften sich aber wohl nur in kleinen Wasserlachen entwickeln.

Eine Aeusserung über die geographische Verbreitung der Dinoflagellaten lassen unsere mangelhaften Erfahrungen bis jetzt noch nicht zu, doch wissen wir, dass gewisse marine wie Süsswasserformen in grösstmöglichen Entfernungen auf der Erdoberfläche vorkommen, wesshalb es wenig zweifelhaft erscheint, dass sich auch unsere Gruppe hinsichtlich der geographischen Verbreitung ähnlich wie die übrigen Protozoenabtheilungen verhalten wird.

Parasitische Dinoflagellaten sind bis jetzt nicht gefunden worden. Das, was Pouchet (47) neuerdings als eine parasitische, auf den Schwänzen gewisser Appendicularien befestigte Form beschrieb, kann nur als ein ruhender Zustand betrachtet werden, der hier Befestigung suchte, aber sicherlich nicht als wahrer Parasit lebt. Maggi (31 c) will aus einer Notiz bei Perty (12), welche die Beobachtung eines Gymnodinium fuscum in einer Planarie schildert, auf das parasitische Vorkommen dieser Dinoflagellate schliessen, doch fehlt hierzu jede Berechtigung.

Dass auch die Dinoflagellaten im süssen Wassers zuweilen reichlich genug auftreten, um eine deutliche Färbung des Wassers zu erzeugen, wurde mehrfach beobachtet. Die Färbung ist natürlich meist eine bräunliche. Dass unter Umständen auch rothe Färbungen vorkommen können, beweisen die Mittheilungen Carter's (19), der eine solche in den Seewassersümpfen an den Küsten von Bombay beobachtete, die von einem marinen Peridinium (sanguineum Cart.) erzeugt wurde. Derselbe Beobachter sucht es wahrscheinlich zu machen, dass Rothfärbungen der See, die zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten beobachtet wurden, auf der massenhaften Entwicklung von Dinoflagellaten beruhen können, doch lässt sich nach den vorliegenden Angaben darüber kaum etwas sicheres sagen.

E. Parasiten der Dinoflagellaten.

Es wurde schon früher gezeigt, dass wir die von Stein beschriebene Fortpflanzung der Dinoflagellaten durch innerlich auftretende Embryonen unter die parasitären Erscheinungen rechnen müssen. Die Gründe hierfür sind: dass wir einerseits die von Stein als Copulationen gedeuteten Zustände anders beurtheilen mussten, ferner die fast völlige Uebereinstimmung des Vorgangs (nach der Schilderung Stein's) mit der Entwicklung der vermeintlichen Embryonen der Flagellaten und schliesslich der Umstand, dass die Weiterentwickelung der angeblichen Keime zu zweifellosen Dinoflagellaten bis jetzt von Niemand erwiesen wurde. Das Thatsächliche, welches Stein feststellte, beschränkt sich auf Folgendes. Derselbe fand bei einer Anzahl Süsswasser- und Meeresformen (einigen Gymnodinien, Glenodinium pulvisculus, Heterocapsa triquetra, Exuviaella,

sowie Amphidinium operculatum) im Plasma eine oder zwei ziemlich lichte, „farblose oder bläulich weisse Kugeln", mit zarter Hülle, neben welchen er keinen Nucleus mehr beobachten konnte. Im Centrum dieser sog. „Keimkugeln" (51, 11c; K) fand sich stets ein helles Bläschen, das gewöhnlich auch ein dunkles Körperchen enthielt, ganz wie in den Keimkugeln der Flagellaten. Die Kugeln wachsen entschieden im Inneren der Dinoflagellaten heran, so dass sie endlich deren Körper zur Hälfte oder mehr erfüllen, wobei auch die Chromatophoren grossentheils zerstört zu werden scheinen. Schliesslich zerfällt ihr Plasma in zahlreiche kleine „Kügelchen", wobei jedoch das centrale Bläschen keine Veränderung erleidet. Der Austritt dieser Kügelchen oder Keime („Embryonen" nach Stein) wurde nicht beobachtet, dieselben konnten nur durch künstliche Sprengung der Dinoflagellate und der Keimkugel entleert werden; dann besassen sie noch keine Geisseln. Stein lässt diese Keimkugeln nun wie jene der Flagellaten aus den verschmolzenen Nuclei eines copulirten Paares hervorgehen; finden sich gleichzeitig zwei Keimkugeln vor, so sollen diese durch nachträgliche Theilung des copulirten Nucleus entstanden sein. Der Beweis für diese Entstehung der Keimkugeln wird aber vermisst.

Aus obiger Schilderung geht die grosse Analogie dieser Gebilde mit den bei den Flagellaten erwähnten deutlich hervor, so dass wir sie wie jene auffassen müssen, wenn auch die Entstehung der Keime nicht ganz wie bei den Flagellaten zu verlaufen scheint; doch zeigten sich schon bei diesen hierin Verschiedenheiten.

Klebs (36) hat zuerst die Bedeutung, welche Stein den Keimkugeln gab, angegriffen und hervorgehoben, dass bei Gymnodinium und Hemidinium wo er diese Einschlüsse vielfach beobachtet habe, der Zellkern stets vorhanden sei. Er schildert sie als „weissliche, stark lichtbrechende Körper", während Stein sie „als lichter wie der Nucleus" bezeichnet, also gewiss nicht stark lichtbrechend. Ich hege desshalb Zweifel, ob die von Klebs gesehenen Körper mit den Stein'schen Keimkugeln identisch waren. Klebs enthält sich für die genannten Formen übrigens eines Urtheils über ihre eigentliche Bedeutung. Der eben ausgesprochene Zweifel wird noch verstärkt durch die späteren Beobachtungen von Klebs (44) über Einschlüsse in marinen Ceratien, welche er gleichfalls den Keimkugeln an die Seite stellt, die aber ebenso von denselben verschieden sein dürften. Diese Körper sollen bei marinen Dinoflagellaten, besonders den Ceratien, nicht selten sein und sich in verschiedener Zahl neben dem Kern finden. Auch sie werden als stark lichtbrechend, anscheinend homogen und von sehr verschiedener Grösse und Form beschrieben. Sie lassen sich, wenn auch langsamer wie der Kern, färben, und Klebs nennt sie auch „kernartig." Aehnliche Körper hatte auch schon Pouchet (38) aus Ceratien beschrieben (bis zu drei und vier in einem Individuum) und darin häufig ein nucleolusartiges Gebilde gesehen.

Endlich konnte ich (46) in Ceratium Tripos und Fusus analoge Einschlüsse beobachten. Bei der ersteren Form besassen sie ein netziges Plasma und zuweilen ein centrales nucleolusartiges Gebilde; sie fanden sich nur in Einzahl neben dem Kern und waren entweder viel kleiner wie derselbe oder bis von Kerngrösse. Anders erschienen die des Cer. Fusus; ihre Masse war homogener, die Gestalt etwas länglich und jedem Ende ein stark gefärbter Nucleus eingelagert; war das Gebilde ansehnlich gross, so erschien der Kern des Ceratiums an Grösse sehr reducirt.

Ich halte alle diese Einschlüsse der Ceratien namentlich desshalb nicht für vergleichbar mit den Keimkugeln Stein's, weil ihnen das centrale Bläschen fehlt, das Stein bei letzteren stets deutlich abbildet.

Klebs fand nun, dass die von ihm bei den Ceratien beobachteten Einschlüsse öfters eine mittlere ringförmige Einschnürung besassen und beobachtete ein Cerat. Fusus, aus dessen Bauchausschnitt ein solcher Körper hervorragte, welcher sich nach einiger Zeit plötzlich losriss und mittels einer in der Querfurche befindlichen Geissel bewegte, jedoch bald zu Grunde ging. Die Aehnlichkeit des ausgetretenen Körpers mit einer Dinoflagellate ist auffallend und schwer anders zu deuten, als dass es sich um eine parasitische Dinoflagellate oder um einen Fortpflanzungsprocess des Ceratiums handle. Ich glaube auch, dass die von mir in Ceratium Fusus beobachteten Körper wohl mit diesen von Klebs gesehenen identisch waren.

Es bleibt demnach zur Zeit nichts anderes übrig, wie die Angelegenheit auf sich beruhen zu lassen und genauere Erfahrungen abzuwarten.

Wir wollen an dieser Stelle noch über die Entwicklung eines merkwürdigen grossen Körpers, welchen Bütschli in Ceratium Tripos aus dem Kieler Hafen beobachtete, berichten, da seine Natur gleichfalls noch zweifelhaft ist und derselbe möglicherweise auch als ein parasitisches Gebilde, eventuell sogar als identisch mit Stein's Keimkugeln betrachtet werden darf.

Wenn dieser Körper sich vorfand, so nahm er stets die Stelle des Kernes ein und übertraf auch in seinen Anfangsstadien den Kern nur wenig an Grösse (54, 1c). Ganz sicher konnte festgestellt werden, dass neben ihm kein Kern mehr vorhanden war. Der Körper färbte sich deutlich, wenn auch etwas schwächer wie der Kern und zeigte eine Structur, die sich mit der Nucleusstructur vergleichen liess, obgleich sie damit nicht identisch war. Er baute sich nämlich aus concentrisch angeordneten, dunkleren Fäden auf, welche varicöse Anschwellungen zeigten, zwischen denen sich noch feinere Verbindungsfädchen bemerken liessen. Mehr im Innern konnte eine netzige Structur wahrgenommen werden. Weitere Stadien zeigten nun deutlich, dass der Körper in den Ceratien allmählich heranwächst (1d) und schliesslich so gross wird, dass er deren eigentlichen Leib ganz erfüllt (1e). Er ist dann nur noch von einer sehr dünnen Plasmaschichte umgeben, nur in den Hörnern des Ceratiums fand sich

das Plasma noch reichlicher vor. Nun machte sich auch eine Veränderung an den Fäden des Körpers geltend; die Varicositäten derselben vergrösserten sich zu kleinen kernartigen Gebilden und die letztere verbindenden Fadentheile schwanden. Auf den entwickeltsten Stufen (1 e) liess sich schliesslich um jene kleinen kernartigen Gebilde die Andeutung von Zellgrenzen sicher beobachten. Eine netzige Masse im Innern des Körpers war auf diesen Endstadien der Entwicklung nicht mehr zu bemerken, vielmehr erschien derselbe jetzt blasenartig hohl. Hiermit fanden die Beobachtungen ihren Abschluss, namentlich wurde nichts von einem Austritt der kleinen Zellen wahrgenommen. Wie gesagt, lässt sich zur Zeit auch diese Beobachtung nicht mit Bestimmtheit deuten, speciell nicht entscheiden, ob es sich dabei um eine parasitäre Entwicklung oder um einen Fortpflanzungsprocess handelte. Ich neige mich mehr der ersteren Auffassung zu, und manches in dem Entwicklungsgang des fraglichen Körpers erinnert ja an die Keimkugeln Stein's, obgleich auch hier das centrale Bläschen der letzteren vermisst wurde.

14. Vorkommen im fossilen Zustand.

Nachdem wir schon in der historischen Einleitung auf Ehrenberg's Beobachtungen einiger fossiler Dinoflagellaten aufmerksam machten, erübrigt uns noch, diese Funde etwas näher zu erläutern.

Zu den 1836*) aus den Feuersteinen der Kreide von Delitzsch (Provinz Sachsen) beschriebenen Formen gesellte Ehrenberg in der Mikrogeologie, 1854, noch einige weitere, welche der Blätterkohle des Westerwalds, der sog. Steinkohle von Pottschappel und dem Hornstein des Coralrag von Krakau entstammen. Sämmtliche letzterwähnten Formen scheinen mir aber zu undeutlich erhalten oder abgebildet zu sein, um als zweifellose Dinoflagellaten beansprucht werden zu dürfen. Dagegen scheint dies für die als Peridinium pyrophorum aus den Feuersteinen von Delitzsch beschriebene Form ganz sicher und auch für das Peridinium delitiense vom gleichen Fundort recht wahrscheinlich. Das erstgenannte Fossil möchte ich weiter für ein sicheres Peridinium halten, nächstverwandt, wenn nicht gar identisch, mit Peridinium divergens, womit auch harmonirt, dass sich in diesem Feuerstein eine Textularia, also eine sicher marine Form fand. Wie schon bemerkt wurde, ist das sogen. Peridinium delitiense etwas weniger kenntlich, doch möchte ich seine Dinoflagellatennatur nicht ernstlich bezweifeln. Da Ehrenberg eine ziemlich grobe Reticulirung der Hülle zeichnet und bei einigen Exemplaren einen hornartigen Fortsatz in der Querfurchengegend, so liegt die Vermuthung nahe, dass diese Form der Gattung Ceratium angehöre, wenn sich dies auch auf Grund des Bekannten nicht bestimmt ermitteln lässt. In dem gleichen Feuerstein

*) Abhandl. der Berliner Akademie a. d. J. 1836. Die Abbildungen sind hier besser wie in der Mikrogeologie.

finden sich endlich sehr reichlich die sog. Xanthidien, von welchen Stein (39) zwei, das X. ramosum und furcatum für möglicherweise identisch mit seiner Cladopyxis brachiolata hält. Es könnte das wohl der Fall sein, doch ist die Natur der Cladopyxis selbst zu zweifelhaft, um bei der Betrachtung obiger Xanthidien länger zu verweilen*). Endlich hält es Stein auch für möglich, dass das Gebilde, welches Ehrenberg als Pyxidicula prisca von demselben Fundort beschrieb, mit der Exuviaella compressa Bailey (= Dinopyxis compressa Stein) identisch sei. Bei Vergleichung der Abbildungen Ehrenberg's kann ich aber keine genügenden Anhaltspuncte finden, welche eine solche Annahme rechtfertigten.

*) Vergl. über fossile Xanthidien aus den Feuersteinen der Kreide weiterhin die Arbeiten von White, H. H., in Transactions of the r. micr. soc. London Vol. I. p. 77 u. 87; Deane, H., ibid. Vol. II. p. 77; Wilkinson, S. J., ibid. Vol. II. p. 89; Reade, J. B., Ann. mag. nat. hist. Vol. 2. 1839. p. 191. Die eigentliche Natur dieser Gebilde, welche in zahlreichen Arten beschrieben wurden, scheint noch sehr fraglich, da namentlich auch ihre Rückführung auf Desmidiaceen ziemliche Schwierigkeiten bietet. Es ist ferner wahrscheinlich genug, dass sich unter den Xanthidien der Feuerstteine verschiedenartige Organismen oder deren Erzeugnisse verbergen.

IV. Unterabtheilung (Ordnung) **Cystoflagellata** Häckel.

(Noctilucidae Autor.).

1. Uebersicht der historischen Entwicklung unserer Kenntnisse der Cystoflagellata.

Schon seit alter Zeit hat das prachtvolle Schauspiel des allgemeinen Meerleuchtens das Interesse der Menschen, namentlich des grübelnden und forschenden Theils derselben, in Anspruch genommen. Es muss daher eher wunderbar erscheinen, dass das kleine Protozoon, welches wenigstens im Bereich der Küsten die Ursache dieser Erscheinung ist, erst verhältnissmässig spät bekannt wurde. Mit einiger Sicherheit lässt sich nämlich die erste Beobachtung der Noctiluca etwas vor die Mitte des vorigen Jahrhunderts (1742) zurück datiren. Ich halte es nicht für zweifelhaft, dass die von J. Sparshall beobachteten leuchtenden Meeresthierchen echte Noctilucen waren. Was uns Baker (1) über diese Beobachtung Sparshall's berichtet, lässt mich vermuthen, dass dieser erste Beobachter sogar schon den sog. Tentakel wahrnahm. Seine Bemerkungen über die Ansammlung der Organismen an der Wasseroberfläche, sowie ihr Aufleuchten bei Erschütterungen, dürften unsere Deutung energisch unterstützen*).

Rigault's Beobachtungen über das Meerleuchten (1768; 2) ergaben bei weitem nicht ein so bestimmtes Resultat. Obgleich auch er das Leuchten auf eine Unmasse kleiner leuchtender Thierchen (Insecten) zurückzuführen sucht, lässt sich aus seiner Mittheilung doch nicht entnehmen, ob er die Noctiluca wirklich genauer erkannte. Dagegen experimentirte er über den Einfluss von Säuren und Alkalien auf das Leuchten und gründete auch hauptsächlich auf die Resultate dieser Versuche seine Ansicht.

Um so besser beobachtete dagegen der Holländer Slabber (3) in demselben Jahre 1768 unser Thier, das er als eine Medusa beschrieb und sehr gut abbildete. Sowohl die allgemeine Gestalt, wie die strahlige Ausbreitung der Plasmafäden des Innern stellte er schon recht gut dar, dagegen erwähnte er den Tentakel nicht, wohl aber den Mund, den er an der richtigen Stelle angibt; auch die Nahrungsaufnahmen scheint er schon beobachtet zu haben. Als ein besonderer Zufall ist hervorzuheben,

*) Ich musste dies etwas betonen, da Ehrenberg (10) die von Sparshall beobachteten Thiere auf Vorticellen zurückführen wollte.

dass Slabber das Leuchtvermögen unseres Wesens nicht bemerkte, wesshalb wohl die Identität des von ihm beschriebenen Organismus mit dem gewöhnlichsten Leuchtthier des Meeres verhältnissmässig lange verborgen blieb. Oken (Lehrb. d. Naturgesch. Zool. I. p. 828) errichtete 1815 für das von Slabber geschilderte Thier eine Gattung Slabberia unter den Quallen.

Geringe Bedeutung besitzen die Angaben Newland's, der ein unter den Tropen beobachtetes Meerleuchten auf Fischlaich oder Animalcula zurückführte jedoch keine genauere Beschreibung derselben gab (1772; 4).

Um so sicherer lässt sich dagegen das prachtvolle Meeresleuchten, welches J. R. und Georg Forster (6) auf ihrer Weltumsegelung am Cap der guten Hoffnung beobachteten, auf Noctiluca beziehen. Dass die von ihnen als Ursache des Leuchtens erkannten und kurz beschriebenen Thierchen echte Noctilucen waren, beweist die Abbildung, welche zwar erst im Jahre 1810 von Macartnay (7) publicirt wurde.

Die erste scharfe Darstellung des Tentakels finden wir in der Schrift des Abbé Dicquemare (1775, 5), welcher das Meerleuchten zu Havre anhaltend untersuchte. Er beobachtete (1778) eine solche Menge der Leuchtthierchen an der Meeresoberfläche, dass dieselbe mit einer dicken öligen Schicht überzogen schien. Durch Filtriren führt er den Nachweis, dass das Wasser selbst nicht leuchte*).

Zwei Abbildungen Bruguière's in der Encyclopédie méthodique (Tableau encycloped. cont. l'Helminthologie, ou les vers infusoires etc. 1791, Pl. 89, Fig. 2 u. 3) beziehen sich ohne jeden Zweifel auf Noctiluca. Sie wurden hier mit den von Forskål unter dem Namen Gleba beschriebenen Organismen (im wesentlichen Schwimmglocken von Hippopodius) zusammengestellt. Eine Beschreibung scheint nicht publicirt worden zu sein**).

Im Jahre 1810 veröffentlichte Macartnay (7) eine ausgedehntere Untersuchung über das Meerleuchten, als dessen allgemeinste und verbreitetste Ursache er gleichfalls unsere Noctiluca erkannte. Auch die Angaben früherer Beobachter über das Meerleuchten suchte er z. Th. auf dieses, von ihm Medusa scintillans genannte Wesen zu beziehen. Seine eigenen Untersuchungen über die Organisation der Noctiluca sind jedoch recht dürftig und erreichen kaum die seiner Vorgänger, so fand er z. B. den Tentakel nicht.

Beträchtlichere Fortschritte in der Erkenntniss des Baues machte dagegen in demselben Jahre der Arzt Suriray in Havre, welcher seine erst im Jahre 1836 publicirte Abhandlung schon 1811 der Pariser Akademie

*) Es würde zu weit führen, alle Angaben von Reisenden und Seefahrern über das Leuchten des Meeres, welche sich eventuell auf Noctiluca beziehen lassen, hier zu verzeichnen; wer sich für eine ausführliche Zusammenstellung hierüber interessirt, findet dieselbe bei Ehrenberg (10).

*) Nachträglich komme ich auf die Vermuthung, dass diese Abbildungen Bruguière's wahrscheinlich nur Copien der Slabber'schen Figuren sein dürften: ich bin leider ausser Stand diese Vermuthung zu prüfen, da mir das Werk Slabber's nicht mehr zur Disposition steht.

vorlegte, die sie jedoch, wie es scheint, des Druckes nicht würdigte. Seine Abbildungen übertreffen die der Vorgänger entschieden. An dem gut dargestellten Tentakel tritt die Querstreifung schon deutlich hervor; der Mund wird in seiner Lage richtig angegeben und auch eine Art Oesophagus beschrieben, welcher wohl sicher das sog. Peristom (oder Atrium) war. Derselbe sollte in eine Magenhöhle führen, von der eine Anzahl Gefässe ausstrahlten, ein Theil der strahligen Plasmafortsätze; einen anderen Theil derselben verlegte er als Nerven in die äussere Haut und deutete sie z. Th. auch als ein verästeltes Ovarium. Zu letzterer Meinung verleitete ihn wohl die irrige Auffassung der Nahrungsvacuolen, sammt ihrem Inhalt, als Eier. Im Allgemeinen ist jedoch die Beschreibung welche er vom Bau der Noctiluca milaris (die ihm ihren Namen verdankt) entwirft, etwas knapp und verräth seine Unsicherheit in der Deutung des Geschenen vielfach. Hinsichtlich der zoologischen Stellung des Wesens sprach er sich nicht eingehender aus, bezeichnete es jedoch als Polyp. Von den früheren Erfahrungen über Noctiluca kannte Suriray so gut wie nichts.

Lamarck nahm 1816*) die ihm durch Suriray's noch ungedruckte Schrift bekannt gewordene Noctiluca neben Beroë in sein System auf; hierin folgte ihm Blainville 1825 (9); 1833 dagegen zog letzterer sie mit Zweifel zu den Diphyiden. Bei Blainville (1825) finde ich jedoch auch die interessante Notiz, dass Bosc Noctiluca für eine Monade erklärt hat.

Auch Ehrenberg, der sich 1834 (10) eingehend mit der Geschichte der Frage vom Leuchten der Thiere beschäftigte und dabei auch das Noctiluca betreffende Material aufs genaueste zusammenstellte, hielt unser Thier für eine Verwandte der Medusen. Er deutete die Plasmafäden gleichfalls als Ernährungskanäle, die strahlig geordnet seien wie jene der Medusen. Den Tentakel bezeichnete er als Rüssel, und findet interessanter Weise eine Analogie in seiner Wirkungsweise mit dem sogen. Monadenrüssel. Auch ein Ovarium glaubte er im Innern des Körpers beobachtet zu haben.

Seit jenen Arbeiten Suriray's und Ehrenberg's ist die Noctiluca miliaris in ihrer Bedeutung als Ursache des allgemeinen Meerleuchtens einstimmig anerkannt worden, so dass wir in der Fortsetzung unserer historischen Uebersicht wesentlich die Fortschritte in der Erforschung ihres Baues und Lebens zu besprechen haben.

Nachträglich sei noch bemerkt, dass auch L. Woodward (8) im Jahre 1831 eine ziemlich gute Abbildung mittheilte und den Tentakel für eine Röhre erklärte, eine Ansicht, welche schon Suriray angeregt hatte, da er im Tentakel die Andeutung eines Kanals beobachtet haben wollte.

Erst im Jahre 1846 traten neue Untersuchungen hervor, die zu werthvollen Ergebnissen hinsichtlich der allgemeinen zoologischen Stellung der Noctiluca führten. Zunächst sind hier die wichtigen Beobachtungen

*) Anim. sans vertèbres T. II, p. 470.

Verhaeghe's zu erwähnen, dessen Arbeit erst 1848 veröffentlicht, jedoch schon 1846 durch einen Bericht von P. van Beneden bekannt wurde. Verhaeghe's (14) Beobachtungen sind sehr gut, wie sich aus seinen trefflichen Abbildungen ergibt; nicht auf gleicher Höhe dagegen stehen die Deutungen des Wahrgenommenen. So beobachtete er zuerst den Kern, erkannte zuerst die abgeplattete Gestalt des Tentakels und bildete das sogen. Staborgan sehr kenntlich ab. In seiner Gesammtauffassung des Organismus blieb er jedoch noch gänzlich im Banne der früheren Anschauungen. Auch ihm galten die Plasmafortsätze noch als Gefässe und die Nahrungsvacuolen als verdauende Erweiterungen derselben. Zu einer bestimmten Ansicht über die zoologische Stellung gelangte er daher nicht, sondern fragt zweifelnd, wohin unter den Coelenteraten diese Form wohl zu bringen sei.

Dagegen eröffneten die gleichfalls im Jahre 1846 publicirten Untersuchungen Doyère's (13) einen neuen Gesichtspunkt in der Beurtheilung der Noctiluca, indem sie auf ihre Zugehörigkeit zu den Dujardinschen Sarkodethieren deutlich hinwiesen. Doyère ermittelte zuerst richtig, dass die innere Leibesmasse eine in ihrer Gestalt und Anordnung veränderliche Sarkodemasse sei, welche er der Dujardin'schen Sarkode auch in ihren Bewegungen sehr richtig verglich. Die sog. „Magen" seien nichts weiter wie in der Sarkode auftretende Vacuolen, welche die Nahrung einschlössen. Die einzigen beständigen Theile des Noctilucakörpers bildeten die Hülle, der als Rüssel bezeichnete Tentakel, welcher ein Erzeugniss der Hülle sei, und die Mundöffnung. Ueber die systematische Stellung der Noctiluca, auf Grund dieser neuen Anschauungsweise, sprach sich Doyère nicht weiter aus, dennoch müssen wir seine Arbeit als den ersten Schritt zur Erlösung der Noctiluca aus ihrer unnatürlichen Verbindung mit den Coelenteraten und zur Erkenntniss ihrer Protozoënnatur bezeichnen. Noch entschiedener erhob sich ebenfalls im Jahre 1846 P. van Beneden (12) für diese Auffassung; in seinem Bericht über Verhaeghe's Untersuchung sprach er seine eigene Ansicht über die verwandtschaftlichen Beziehungen der Noctiluca aus und glaubte dieselbe als eine „nackte Foraminifere oder Rhizopode" betrachten zu dürfen, welche an die Spitze der Dujardin'schen Rhizopoden zu stellen sei. Mit dieser Ansicht contrastirt zwar die wenige Zeilen später sich findende Bemerkung, dass die Noctiluca eine „regelmässige Schale" besitze, in merkwürdiger Weise. Immerhin war jetzt der richtige Weg zur weiteren Beurtheilung der Noctiluca eröffnet.

Bald wurden denn auch die Untersuchungen von Quatrefages fortgesetzt; bevor wir jedoch dessen Forschungen betrachten, sei erwähnt, dass im Jahre 1849 auch die merkwürdigste physiologische Leistung der Noctiluca, ihr Leuchtvermögen, durch Pring (15) der experimentellen Beobachtung unterzogen wurde. Zwar hatten schon die älteren Beobachter mancherlei hierüber mitgetheilt, auch gelegentlich einige Experimente über die Beeinflussung des Leuchtens durch verschiedene Agentien ange-

stellt; doch dürfen wir mit Recht die erste systematische Bearbeitung dieses Gegenstandes Pring zuschreiben. Derselbe studirte die Wirkung verschiedener chemischer Agentien auf das Leuchtvermögen, ebenso die der Electricität und seine Erfahrungen sollen später an geeigneter Stelle im Zusammenhang mit den neueren Beobachtungen besprochen werden. Wenn er auch durch seine Experimente nicht zu einer Erklärung des Leuchtens gelangen konnte, so glaubte er doch wenigstens die Thatsache mit Sicherheit festzustellen, dass das Leuchten unseres Thieres nicht unter die Kategorie der Verbrennungserscheinungen zu rechnen sei, ein Resultat, welches zu einer Zeit, wo die Selbstverbrennung thierischer Körper noch in manchen Köpfen spukte, von Bedeutung erschien.

Die von Doyère und van Beneden angebahnte Erforschung der Organisation wurde, wie erwähnt, von A. de Quatrefages fortgesetzt, dessen Arbeiten (16 und 17) wesentlich zur Befestigung der Ansicht über die Sarkodenatur der verzweigten inneren Leibesmasse beitrugen. Er schloss sich daher auch der Beneden'schen Ansicht von der Stellung der Noctiluceen bei den Rhizopoden an. — So werthvoll diese Untersuchungen auch in vieler Hinsicht für die Sicherung der Protozoënnatur der Noctiluca erscheinen, so führten sie doch nicht zu wesentlichen Erweiterungen unserer Kenntnisse von dem Bau dieser Thiere. Dagegen suchte Quatrefages zuerst dieuVermehrung durch Theilung wahrscheinlich zu machen. In ähnlicher Weise wie Pring experimentirte er ferner über das Leuchtvermögen, ohne jedoch hierbei namhaft über seinen Vorgänger hinauszukommen.

Eine wichtige Vermehrung erfuhr dagegen unser Wissen durch zwei deutsche Forscher in den Jahren 1851 und 52. Busch's (18) Beobachtungen vertieften zwar nicht wesentlich unsere Kenntnisse von der Organisation der Noctiluca, welcher er eigenthümlicher Weise eine scheibenförmige Gestalt zuschrieb und deren wohl beobachtetes Staborgan er ins Innere verlegte; dagegen bezeichnete er zuerst den Tentakel als eine Geissel. Wichtig ist ferner die Beobachtung eines sogenannten Doppelmonstrums der Noctiluca, obgleich dessen Bedeutung sich heutzutage nicht mehr sicher aufklären lässt. Weiterhin sah er zuerst Stadien der Knospung, hielt dieselben jedoch nicht für Noctiluca angehörig und glaubte schliesslich noch eine Fortpflanzung durch innere Keimen beobachtet zu haben. Wenn er auch in der Deutung der Thatsachen, welche dieser angeblichen Fortpflanzung zu Grunde lagen, irrte, so wurde er dadurch doch zum ersten Beobachter der interessanten und bis jetzt noch nicht hinreichend verstandenen Regenerationserscheinungen im Leben unserer Protozoë.

Krohn (19) bereicherte unsere Erfahrung sehr wesentlich durch den Nachweis der sogen. Cilie, deren Lage er richtig angab, obgleich er die Mundöffnung irrig darstellte. Gegenüber Quatrefages verbesserte er die Kenntniss des Tentakels und betonte namentlich zuerst scharf und be-

stimmt die Existenz des Kernes, welchen er den Kernen der Infusorien und Amöben verglich. Als Fortpflanzung konstatirte er nur Theilung. Der Bau der Noctiluca erinnerte ihn schliesslich sehr an das von Kölliker beschriebene Actinosphaerium.

Ziemlich werthlos erscheinen Gosse's Beobachtungen von 1853, der in der Beurtheilung der Noctilucaorganisation etwa noch auf dem Standpunkt Suriray's steht; dagegen förderten Huxley's Untersuchungen (21, 1854) unser Wissen in mancher Beziehung nicht unwesentlich. Er entdeckte zuerst den merkwürdigen Zahn an der Mundöffnung und bestätigte die Existenz der Cilie. Dagegen war er in seiner allgemeinen Beurtheilung der Organisation unseres Thieres nicht sehr glücklich. Es gelang ihm nicht, sich von der Existenz der Sarkodeströmung im Plasmanetz zu überzeugen, desshalb glaubte er denn auch die Vacuolen nicht als solche anerkennen zu dürfen, sondern erklärte sie von neuem als besondere Mägen, die mit einem Darmlumen in der centralen Sarkodemasse zusammenhingen. Auch einen After glaubte er im Verlaufe des sogenannten Staborgans, das er nur mangelhaft erkannte, wahrgenommen zu haben. Nach dieser Darstellung wäre denn die Noctiluca ein den Ehrenberg'schen Polygastrica recht ähnliches Wesen geworden; Huxley zögerte auch nicht diese Consequenz wirklich zu ziehen und ihre nächsten Verwandten in den ciliaten Infusorien zu suchen. Nicht unerwähnt darf bleiben, dass Huxley die Querstreifung des Tentakels schon mit der Querstreifung der Muskelfasern verglich.

Sehr ähnlich sprach sich im allgemeinen auch Webb (23) im Anschluss an Huxley über den Bau der Noctiluca aus, er bestätigte den Zahn und den After und scheint auch das Staborgan etwas richtiger beurtheilt zu haben. Am meisten Interesse erregt wohl sein kurzer, jedoch deutlicher Hinweis auf die häufige Regeneration der Noctiluca, sowie die Beobachtung zusammenhängender Paare, obgleich er sich gegen deren Auffassung als Conjugirte erklärte.

In demselben Jahre 1854 wies ferner J. Müller darauf hin, dass man häufig geissellose, sog. encystirte Noctilucen finde, ohne jedoch die Bedeutung dieser Zustände zu erörtern.

Eine interessante Bereicherung brachten die von Brightwell mitgetheilten Untersuchungen Baddeley's über die Fortpflanzung durch Theilung. Es war dies die erste genauere Darstellung eines der Fortpflanzungsprocesse unseres Wesens. Da über diese Untersuchungen später noch eingehender zu berichten sein wird, so möge an dieser Stelle ein Hinweis genügen.

Ohne Erfolg waren die von zwei deutschen Forschern Engelmann (25) und V. Carus (29) ausgehenden Bestrebungen einen mehrzelligen Bau der Noctiluca nachzuweisen. Indem sich Doenitz (1867—68; 28) mit Recht gegen diese Bestrebungen aussprach, verharrte er selbst bei einer in vieler Hinsicht veralteten Auffassung unseres Wesens. Er suchte gewissermassen die alte Ansicht einer verdauenden Cavität mit ausstrahlen-

den Gefässen (hohlen Plasmafäden) mit den neueren Ansichten über die Bauverhältnisse der Protozoën zu vereinigen, wobei ihn die Reichert'sche Ansicht von dem Bau der Rhizopoden, der er sich anschloss, nicht gerade förderte. Wie gesagt, gelten ihm die Plasmafäden der Noctiluca als hohle, gefässartige Gebilde, welche sich daher den Pseudopodien der Rhizopoden nicht direct vergleichen liessen, sondern denen der Amöben, Gromien und wohl auch den Tentakeln der Acineten. Auch der Tentakel sei hohl. Interessant erscheinen die Mittheilungen über das Staborgan, auf dessen Bau er ausführlicher eingeht, wie frühere Beobachter, ohne jedoch zu einer klaren Vorstellung desselben zu gelangen. Die wichtigsten Resultate seiner Beobachtungen sind jedoch ohne Zweifel die über die Regeneration, deren Verlauf er zum ersten Male genauer verfolgte und durch Abbildungen erläuterte.

Wenig später eröffnete jedoch der auf dem Gebiete der Protozoënkunde so vielfach verdiente Cienkowsky eine neue Epoche in den Forschungen über Noctiluca. 1871 (31) veröffentlichte er zunächst Untersuchungen über die sogenannte Schwärmerbildung der Noctiluca, durch welche nicht nur die zuerst von Busch, jedoch ohne Verständniss und ganz unvollständig beobachtete Knospenfortpflanzung festgestellt und in fast allen wesentlichen Punkten richtig erkannt wurde, sondern auch schon die Copulation experimentell nachgewiesen wurde. In der späteren Arbeit von 1873 (33) führte er diese Untersuchungen beträchtlich weiter aus und glaubte namentlich auch zwischen Copulation und Knospung einen Zusammenhang statuiren zu dürfen.

Gleichzeitig klärte Cienkowsky aber auch die Bauverhältnisse der Noctilucen in vieler Hinsicht genauer auf, indem er namentlich die feineren Verhältnisse der mannichfachen, um die Mundöffnung gruppirten Organe theils bestätigte, theils berichtigte. Auch die Regenerationserscheinungen zog er in den Kreis seiner Untersuchungen und schilderte ihren Verlauf im Anschluss an Dönitz näher. Diese Beobachtungen führten ihn dann auch zu dem interessanten Ergebniss, dass die seiner Zeit von Busch beobachteten inneren Keime, sowie dessen vermeintlichen jugendlichen Thiere, nichts weiter wie solche Regenerationszustände waren.

Alle diese Ergebnisse, speciell jedoch die Bauverhältnisse der sogen. Schwärmer, d. h. der abgelösten Knospen, befähigten Cienkowsky zu einem gesicherten Urtheil über die verwandtschaftlichen Beziehungen der Noctiluca. Er erklärte sie daher zuerst für eine Angehörige der Mastigophora, unter welchen sie wegen ihrer quergestreiften Geissel (Tentakel) eine besondere Gruppe bilden müsse.

Die hervorragende Bedeutung der Cienkowsky'schen Arbeiten dürfte auch aus obigen kurzen Angaben genügend hervorgehen, die folgende Darstellung der Bau- und Fortpflanzungsverhältnisse wird dies eingehender darlegen.

Mancherlei Punkte in der Organisation der Noctiluca wurden durch eine 1872 erschienene Arbeit Allman's gefördert, so namentlich die Bildung der Einsenkung, welche zum Munde führt und gewisse mit dem Staborgan zusammenhängende Einrichtungen. Andererseits enthält die Arbeit jedoch auch eine Reihe entschiedener Irrthümer. Hinsichtlich der systematischen Stellung kam Allman zu dem für die damalige Zeit kühnen Schluss, welchen er auch keineswegs tiefer begründete, dass die nächsten Verwandten der Noctiluca in den Cilioflagellaten zu suchen seien. Wir werden gleich sehen, dass diese Ansicht später allgemeinere Anerkennung fand.

Im Anschluss an Cienkowsky studirte Robin (36) im Jahre 1878 sowohl Bau wie Fortpflanzung sehr eingehend und vermochte auch in einer Reihe von Punkten die Untersuchungen seines Vorgängers zu vervollständigen. Unter diesen sei nur speciell betont, dass es ihm glückte, das Verhalten des Kernes bei der Knospung zu verfolgen. Die Arbeit Robin's darf in jeder Hinsicht als eine wichtige Förderung unseres Wissens bezeichnet werden, deren Ergebnisse sich jedoch dem Rahmen unserer historischen Darstellung entziehen. Auch die seit Quatrefages nicht eingehender studirte Physiologie des Leuchtvermögens fand in dieser Schrift wieder einige Würdigung, im Anschluss an frühere Untersuchungen, welche Robin, in Gemeinschaft mit Legros (27) über die Einwirkungen der Electricität auf das Leuchten angestellt hatte.

Mit dem gleichen Gegenstand beschäftigte sich um dieselbe Zeit auch Vignal (35), dessen Ergebnisse jedoch von denen Robin's und Legros' ziemlich abweichen. Vignal studirte aber auch die Bauverhältnisse der Noctiluca von neuem, doch dürfen wir seine Resultate nicht als sehr gelungen bezeichnen, da ihm manche der schon durch frühere Beobachter sicher constatirten Organe, wie Zahn, Wimper etc. ganz unbekannt blieben.

Von höchstem Interesse für die Beurtheilung der Gruppe der Cystoflagellaten wurde schliesslich eine Entdeckung R. Hertwig's (1877; 34), die zuerst einen zweiten, entschieden zu dieser Gruppe gehörigen Organismus kennen lehrte. Diese Beobachtung gibt der Vermuthung Raum, dass unsere Gruppe vielleicht noch andere, bis jetzt unbekannte Angehörige besitzt.

Wie schon angedeutet wurde und auch aus dem Abschnitt über die Dinoflagellaten bekannt ist, haben eine Anzahl neuester Autoren den von Allman geäusserten Gedanken von der Verwandtschaft der Noctiluca mit den Dinoflagellata weiterzuführen gesucht. Darunter sind jedoch nur zwei, Stein (39) und Bütschli (40), welche dies auf Grund eigener, diesem Organismus gewidmeter Studien thun. Des ersteren Beobachtungen verdanken wir keine Bereicherungen und seine Zusammenziehung der Noctiluca mit echten Peridiniden in einer Familie der Dinoflagellaten ist

wohl ein entschiedener Missgriff. Bütschli gab genauere Darstellungen von dem Peristom und dem sog. Staborgan und suchte auch die Beziehungen zu den Dinoflagellaten in besonderer Weise zu begründen. Als weitere Vertreter dieser Ansicht traten schon früher Kent (37) und Pouchet (38) auf, doch wie gesagt, ursprünglich ohne selbstständige Studien über Noctiluca und ohne genügende Begründung dieser Zusammenstellung. Erst in einer zweiten Arbeit (41) suchte der Letztere diese Vergleichung naturgemässer zu begründen und glaubte auch gewisse Organismen beobachtet zu haben, die eine Mittelstufe zwischen den beiden Abtheilungen einnehmen. Er geht diesen Betrachtungen und Beobachtungen zu lieb, sogar so weit, Noctiluca in die Gattung Gymnodinium einzureihen.

Am Schlusse dieser historischen Uebersicht dürfen wir wohl den Ausspruch wagen, dass unsere Kenntnisse der Cystoflagellata (wenigstens was Noctiluca betrifft) ziemlich umfassende geworden sind, wenn auch der mögliche Umfang der Gesammtgruppe sich bis jetzt noch nicht mit Sicherheit überschauen lässt.

2. Literatur.

1. **Sparshall, J.,** bei **Baker, H.,** The microscope made easey and employment for the microscope. 1743—53, Capitel 28. (Deutsche Uebersetzung Augsburg 1754, p. 523—524).
2. **Rigault, . . .,** Histoire de l'Académie roy. des sciences. Année MDCCLXV. Paris 1768. p. 26.
3. **Slabber, M.,** Natuurkundige verlustingen, behelzende microscopise waarnemingen van in- en uitlandsche water- en land-dieren. Med 18 Taf. Haarlem 1769—1778. (Deutsche Uebersetzung von P. L. St. Müller, Nürnberg 1775. p. 35. Taf. VIII, Fig. 4—5.)
4. **Newland, . . .,** Observations on the milky apparance of some spots of water in the sea. Philosophical Transactions roy. soc. London Vol. 62. 1772, p. 93—94.
5. **Dicquemare, J. F.,** Observations sur la lumière dont la mer brille etc. Journal de physique 1775, Vol. VI. p. 319—320.

   —— Mém. s. l'usage qu'on pourroit faire du phenomène de la mer lumineuse etc. ib. T. XII. 1778, p. 137—141.
6. **Forster, J. R.,** Observations made during a voyage round the world etc. London 1778. p. 61 ff. (Deutsche Uebersetzung v. 1783). (Siehe Georg Forster's sämmtliche Schriften. Leipzig, Brockhaus. 1843. 1. Bd. p. 66—68.)
7. **Macartnay, J.,** Observations upon luminous animals. Philosophical Transactions roy. soc. 1810 p. 258—293. 2 Taf. (Gilbert's Annalen 61. 1819, p. 1, mit Anmerkung von Tilesius).
8. **Woodward, L.,** Luminosity of the sea. Loudon's magaz. of nat. history. Vol. IV. 1831. p. 280—85 (mit Holzschnitt).
9. **Blainville, H. de,** Article Noctiluque in Diction. des sciences naturelles publ. p. les prof. d. jardin du roi etc. 1825. Taf. 35. p. 120.

   —— Manuel d'actinologie Paris 1833. p. 140 u. 646, pl. 6. Fig. 9 (nach Quatref.).
10. **Ehrenberg, Chr. G.,** Das Leuchten des Meeres. Abh. d. Berl. Akademie a. d. J. 1834.
11. **Suriray, . . .,** Recherches s. la cause ordinaire de la phosphoresc. marine et descript. du Noctiluca miliaris. Guérin, Magas. de Zool. 6. Ann. 1836. 16 pp. 2 Pl.
12. **Beneden, P. van,** Rapport sur le mémoire du doct. Verhaeghe etc. Bulletin Acad. roy. de Belgique T. XIII. 1846 I. part. p. 85 et II. part. p. 3—17 (siehe auch Gervais et v. Beneden, Zoologie médicale Paris 1859. t. II. p. 425).
13. **Doyère, M. P. L. N.,** Sur la Noctiluca miliaris. Soc. Philom. Extr. proc. verb. 1846. p. 142—43. L'Institut XIV. No. 677. 1846. p. 428.
14. **Verhaeghe, . . .,** Recherch. sur la cause de la phosphorescence de la mer. Mémoir. cour. et mém. des sav. étrang. Acad. roy. de Belgique. T. XXII. 1848. 31 pp. 1 Taf.

15. **Pring, J. W.**, Observations and experiments on the Noctiluca miliaris. the anim. source of the phosphor. of the brit. seas. Report brit. assoc. adv. sc. 19. Meet. 1849. Transact. p. 81. Froriep's Tagesber. 1850, p. 79—96 und p. 118—119.

16. **Quatrefages, A. de**, Observations sur les noctiluques. Ann. d. sciences nat. Zoolog. (III) T. XIV. 1850. p. 226—235. Pl. V.

17. —— Mém. sur la phosphorescence de quelques invertebrés marins, ibid p. 236—281. Pl. V.

18. **Busch, W.**, Beobachtungen über Anatomie und Entwickelung einiger wirbellosen Seethiere. Berlin 1851. 17 Taf.

19. **Krohn, A.**, Notizen über die Noctiluca miliaris. Archiv f. Naturgesch. 1852. I. p. 77 bis 81. Taf. III.

20. **Gosse, Ph. H.**, A naturalist's rambles on the Devonshire coast. London 1853, p. 253 bis 257. T. XVI.

21. **Huxley, Th. H.**, On the structure of Noctiluca miliaris. Quart. journ. microsc. sc. III. 1854—1855. p. 49—54.

22. **Müller, Joh.**, Ueber Sphaerozoum und Thalassicolla. Monatsber. d. Berl Akad. 1855. p. 229—53 (p. 245. Anm.).

23. **Webb, W.**, On the Noctiluca miliaris. Quart. journ. micr. sc. III. 1855. p. 102—106. Tafel VI.

24. **Brightwell, Th.**, On self division in Noctiluca. Quart. journ. micr. sc. V. 1857. p. 185—191. Pl. XII.

25. **Engelmann, Th. W.**, Ueber die Vielzelligkeit von Noctiluca. Zeitschr. f. wiss. Zool. XII. 1863. p. 564—66.

26. **Schultze, M.**, Kleine Mittheilungen. 4. Beobacht. an Noctiluca. Arch. für mikr. Anatomie II. 1865. p. 163.

27. **Robin, Ch., et Legros, Ch.**, De l'action exercé par l'électricité sur les noctiluques miliaires. Journ. anat. et phys. 1866. p. 558.

28. **Doenitz, W.**, Ueber Noctiluca miliaris Sur. Archiv f. Anatomie u. Physiologie 1868. p. 137—149. Taf. IV. und p. 750. (Vorläuf. Mitth. in Sitz. ber. d. Ges. naturf. Freunde zu Berlin 1867, p. 29.)

29. **Carus, J. V.**, Ueber Noctiluca miliaris Sur. Archiv f. mikr. Anatom. Bd. IV. 1868. p. 351—52 (siehe auch früher in: Carus u. Gerstäcker, Handbuch der Zoologie Bd. II. p. 567. 1863).

30. **Giglioli, E. H.**, La fosforescenza del mare. Note pelagiche ed osservazioni fatte dur. un viaggio di circumnavigaz. 1865—68. coll. descr. di due nuove noctiluche. Atti d. reale Accad. d. sc. di Torino. Vol. V. 1870. 22 pp.

31. **Cienkowsky, L.**, Ueber Schwärmerbildung bei Noctiluca miliaris. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 7. 1871. p. 131—39. T. XIV—XV.

32. **Allman, G. J.**, Note on Noctiluca. Quart. journ. microsc. science. n. s. T. XII. 1872. p. 326—332. Taf. XVIII.

33. **Cienkowsky, L.**, Ueber Noctiluca miliaris. Arch. f. mikr. Anat. Bd. IX. 1873. p. 47 bis 61. Taf. 3—5.

34. **Hertwig, R.**, Ueber Leptodiscus medusoides, eine neue, den Noctilucen verwandte Flagellate. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. XI. 1877. p. 307—322. Taf. 17 u. 18.

35. **Vignal, W.**, Recherches histolog. et physiol. s. les Noctiluques. Archives de Physiologie norm. et patholog. 2. sér. T. V. 1878. p. 415—454. Taf. 18 u. 19.

36. **Robin, Ch.**, Recherches s. la reproduction gemmipare et fissipare des Noctiluques. Journ. anat. et physiol. 14. Jahrg. 1878. p. 563—629. Taf 35—41 (Cmpt. rend. ac. sc. T. 86. p. 1482—86).

37. **Kent, S.**, A manual of infusoria. Vol. I. London 1880—81. p. 397—401.

38. **Pouchet, G.**, Contribution à l'histoire des Cilioflagellés. Journ. de l'anatomie et de la physiologie. 1883. p. 397—455. Pl. 19—22.

39. **Stein, Fr. von**, Der Organismus der Infusionsthiere. III. Abth. II. Hälfte. Die Naturgesch. der arthrodelen Flagellaten. Einleit. u. Erklär. der Abbild. 25 Taf. Leipzig 1883.

40. **Bütschli, O.**, Einige Bemerkungen über gewisse Organisationsverhältnisse der Cilioflagellaten und der Noctiluca. Morpholog. Jahrbuch Bd. X. 1885. p. 529—77. 3 Taf.

41. **Pouchet, G.**, Nouvelle contribution à l'histoire des Peridiniens marins. Journ. de l'anatomie et de la physiologie. T. 21. 1885. p. 28—88. Pl. II—IV.

3. Allgemeine Schilderung des Baues der Cystoflagellata.

Wie in der historischen Einleitung mitgetheilt wurde, kennt man bis jetzt nur zwei Gattungen unserer Abtheilung, so dass ein Bedürfniss zur Aufstellung von Untergruppen zur Zeit nicht vorliegt, obgleich die Verschiedenheiten beider Gattungen so bedeutend sind, dass man wohl für jede eine besondere Familie errichten könnte.

A. Grössen- und Gestaltsverhältnisse.

Die eben erwähnte Verschiedenheit in dem Bau der beiden Gattungen tritt schon in ihren sehr abweichenden allgemeinen Gestaltsverhältnissen so auffallend hervor, dass es genauerer Vergleichung bedarf, um die verwandtschaftlichen Beziehungen beider nicht zu verkennen. Die Gattung Noctiluca besitzt gewöhnlich einen regelmässig kugligen Körper, welcher nur selten durch geringes Ueberwiegen der gleich genauer festzustellenden, dorsoventralen Axe etwas länglich erscheint. In dem später specieller zu betrachtenden Ruhezustand ist die Kugelgestalt eine ganz vollkommene, allseitig ausgebildete, im gewöhnlichen Zustand dagegen erscheint sie durch die Anwesenheit und Stellung gewisser Organe ein wenig modificirt. Die Ausbildung dieser Organe bewirkt gleichzeitig, dass der Körper einen ausgesprochen bilateral symmetrischen Bau erlangt, welcher etwas zum Assymmetrischen neigt, da gewisse, gering entfaltete Organe einseitig angebracht sind. Wir können demnach eine Medianebene gut unterscheiden.

In einer gewissen Strecke dieser Medianebene, welche etwa ein Sechstel bis ein Viertel des Kugelumfanges erreicht, ist die Oberfläche nämlich mehr oder weniger tief eingesenkt; doch besitzt diese Einsenkung nur eine geringe Breiteausdehnung, wesshalb der Gesammtkörper an die Bildung eines Pfirsichs erinnert und ein Querschnitt, welcher durch die Mitte der Einsenkung geführt wird, nierenförmig eingebuchtet erscheint. Wir wollen diese Einsenkung, deren genauere Beschreibung später folgen wird, das Peristom nennen (Atrium, Allman; Infundibulum, Robin), da die Mundöffnung auf ihrem Grunde angebracht ist. Wie wir noch sehen werden, ist diese Peristomeinsenkung etwas veränderlich, sie kann sich abflachen und wieder vertiefen. Betrachtet man sie von der Seite (T. 49, 14b, vst), so ergibt sich leicht, dass ihr eines Ende, welches wir das hintere nennen wollen, am tiefsten in den Körper hineinreicht, indem es von einer etwas geschwungenen, ungefähr in der Richtung eines Radius absteigenden Hinterwand begrenzt wird, während der Boden der Einsenkung von hier aus nach vorn ganz allmählich ansteigt, d. h., das Peristom nimmt nach vorn successive an Tiefe ab und biegt endlich ganz allmählich in die Kugeloberfläche über. Sein Vorderende scheint überhaupt nur bei starker Einziehung scharf markirt zu sein; auch die Seitenränder biegen ganz allmählich, ohne scharfe Absetzung in die Kugeloberfläche über, doch nähern sich die Seitenwandungen rasch, so

dass der tiefere Theil des Peristoms, wenigstens im einigermaassen eingezogenen Zustand, schmal spaltförmig ist; doch kann es sich auch mehr ausbreiten, ja es scheint dies im Leben meist der Fall zu sein.

Ganz vorn im Peristom, also wenig tiefer wie die Kugeloberfläche, entspringt der sog. Tentakel (t) oder die Bandgeissel, wie man das Gebilde aus später zu erörternden Gründen auch nennen kann; nicht weit dahinter erheben sich von der rechten Seitenwand des Peristoms zwei Organe, der Zahn (z) und die Lippe (l), deren einseitige Lage die geringfügige Asymmetrie des Noctilucakörpers hervorruft. Von der Lippe entspringt, nach vorn gerichtet, die Geissel oder Cilie (f), welche meist ganz in dem Peristom eingelagert und daher schwer erkennbar ist.

Zu beiden Seiten des Hinterendes der Peristomeinsenkung erheben sich auf der Kugeloberfläche zwei schwache, ganz schmale Falten, nahezu parallel den Seitenrändern des Peristoms (st); die beiden Falten, zwischen welchen die Oberfläche etwas concav eingesenkt ist, verlaufen nach hinten, sich rasch nähernd, so dass sie schon in geringer Entfernung von dem Peristom dicht zusammengerückt sind; nun verlaufen sie nahezu parallel, aber sich doch fortgesetzt nähernd, in der Medianebene soweit nach hinten (Fig. 14b), dass ihr Endpunkt, wo sie zusammenfliessen, dem Vorderrand des Peristoms ungefähr gerade gegenüber liegt.

Vom Vorderrande des Peristoms bis zur Spitze dieses sogen. Staborgans haben wir also die eine Hälfte der Kugeloberfläche durchmessen. Wir bezeichnen dieselbe als die ventrale, die gegenüberliegende, welche keinerlei besondere Organe trägt, als die dorsale und eine Axe, welche von dem Vorderrande des Peristoms, oder ein wenig vor demselben, entspringt und nach dem Hinterende des Staborgans zieht, als die Haupt- oder Längsaxe.

Wir können gleich hinzufügen, dass der bilaterale Bau der Noctiluca durch die Vertheilung des Plasmas im Körperinnern noch vermehrt wird. Die Haupt- oder Centralmasse des Plasmas liegt nämlich ventral, als ein etwas länglicher Plasmazug am Grunde der Peristomeinsenkung (14a—b) und von dieser Centralmasse strahlen allseitig verzweigte und veränderliche Plasmazüge gegen die Kugeloberfläche aus, die grosse Zellsafthöhle durchspannend.

Noctiluca gehört zu den ansehnlichsten Protozoën, indem sie nicht selten bis 1 Millimeter Durchmesser erreicht, wenn sie auch gewöhnlich ein wenig hinter dieser Grösse zurückbleibt; es finden sich aber auch Nachrichten über Noctilucen, welche 2 Millimeter Durchmesser besassen (Giglioli 30).

Wenden wir uns nun zu einer Betrachtung der auffallend verschiedenen Gestaltsverhältnisse des Leptodiscus, indem wir sie mit denen der besser bekannten Noctiluca vergleichen. Leptodiscus (Taf. 50, Fig. 10c—d) erreicht eine ähnliche Grösse, da sein scheibenförmiger Körper im Durchschnitt etwa 1,2 Mm. misst (0,6—1,5). Seine Gestalt ist, wie angedeutet, eine abgeflacht scheibenförmige, mit convexer Krümmung der

einen und concaver der anderen Scheibenseite, so dass, je nach dem Contractionszustand, der Körper bald flach glocken- bis schirmförmig, bald hoch glocken- bis mützenförmig erscheint. Wir bemerken gleich, dass sich dieser Organismus, im Gegensatz zu Noctiluca, durch eine ganz besondere Contractionsfähigkeit und Beweglichkeit auszeichnet. Leptodiscus erinnert daher auffallend an kleine Medusen, eine Aehnlichkeit, welche durch die analogen Bewegungserscheinungen noch vermehrt wird. Die Centralpartie der Scheibe scheint zuweilen etwas verdickt zu sein (Fig. 10e), ihre Peripherie verdünnt sich sehr. Wenn wir die Anordnung der Organe untersuchen, so lässt sich auch hier eine bilaterale Bildung feststellen, obgleich eine so deutliche und grosse, bilaterale Peristomeinsenkung wie bei Noctiluca nicht vorhanden ist. Die Bilateralität wird hervorgerufen durch eine ziemlich weite röhrenförmige Einstülpung der convexen Scheibenseite (vst); dieselbe hat ihre äussere Mündung etwa mitten zwischen Centrum und Peripherie der Scheibe und läuft von hier aus, schief centralwärts gerichtet, gegen die concave Scheibenfläche, welche sie ungefähr in der Entfernung eines Viertel Scheibendurchmessers vom Centrum nahezu erreicht, indem sie endet. Zu diesem Ende der Einstülpung tritt nun ein starker Strang paralleler Plasmafäden (p), welche in radialer Richtung von dem im Centrum der concaven Seite gelegenen Centralplasma entspringen. Durch die Längsstreckung des geschilderten Organes wird eine Mittelebene bezeichnet, welche der Mittelebene der Noctiluca entsprechen dürfte, indem ich vermuthe, dass das Organ dem Staborgan der Noctiluca zu vergleichen ist, obgleich diese Deutung noch nicht als ganz gesichert betrachtet werden kann.

Ein zweites Organ macht aber auch den Leptodiscuskörper etwas asymmetrisch. Auf der anderen Hälfte der convexen Scheibenseite, welche wir als die vordere bezeichnen wollen, findet sich nämlich noch eine zweite, aber sehr eng röhrenförmige Einsenkung (f), die gleichfalls schief centralwärts absteigend, bis zum Centralplasma zieht. Aus dieser Röhre erhebt sich eine feine, ziemlich lange Geissel, deren Homologie mit der Noctilucageissel wohl nicht zweifelhaft sein kann. Die äussere Mündung dieser Geisselröhre fällt nun aber nicht in die früher festgestellte Mittelebene, sondern liegt neben derselben, etwa in ein Drittel des Durchmessers vom Centrum. Da sich die Geissel aus dieser Einsenkung erhebt, so halte ich ihre Homologisirung mit dem Peristom der Noctiluca für nothwendig. Desshalb und wegen der Stellung der Geissel auf der convexen Scheibenseite müssen wir weiter folgern, dass letztere der Bauchfläche der Noctiluca entspricht, die Concavseite dagegen deren Rückseite. Der für letztere Gattung so charakteristische Tentakel konnte bei keinem der untersuchten Leptodiscen gefunden werden; ob er dieser Gattung aber zu allen Zeiten fehlt, scheint mir doch noch nicht ganz ausgemacht zu sein.

B. Beschreibung der einzelnen Organisationsbestandtheile.

1. Membran. Die älteren Beobachter beschrieben ziemlich übereinstimmend eine den Noctilucakörper allseitig umhüllende, feine Membran. Vor den Untersuchungen Quatrefages' wurde eben die Körperwand einfach als eine solche Hüllmembran bezeichnet. Erst nachdem letzterer in der Körperwand ein feines Protoplasmanetz entdeckt hatte, wurde noch ausserhalb desselben eine eigentliche Membran unterschieden. Quatrefages selbst wollte sogar eine doppelte äussere Membran gefunden haben, eine Angabe, die ich mir nicht recht zu erklären vermag. Die übrigen neueren Beobachter, so namentlich Huxley, Dönitz, Allman, Vignal und auch Robin finden eine äusserst zarte oberflächliche Membran (ungefähre Dicke 0,001 bis 0,002 Mm.), welche gewöhnlich als vollkommen homogen und structurlos, nur von Robin als sehr feinkörnig („grenu“) geschildert wird; Dönitz bezeichnet sie sogar als Schale der Noctiluca. Viel weniger bestimmt spricht sich ein so genauer Beobachter wie Cienkowsky über die Existenz einer besonderen Hüllmembran aus; nach ihm besitzt die Wand der Noctilucablase „eine viel festere Consistenz als der Inhalt, scheint aber von ihm nicht scharf geschieden zu sein“; bei schädlichen Einflüssen hebt sich von ihrer Oberfläche eine äusserst feine Contour ab.“ Auch an den Schwärmeranlagen, welche doch direct aus der Oberfläche der Noctiluca hervorgehen, findet er nur eine dichtere Hautschicht, welche aber ohne scharfe Grenze in das innere Protoplasma übergeht. Gegen die Existenz einer besonderen Membran sprach sich auch Klebs*) kurz aus und meine Erfahrungen zeigen dasselbe. Ich konnte eine solche Membran weder von dem die Körperwand bildenden Plasmanetz optisch unterscheiden, noch mit Hülfe von Reagentien isoliren und zweifele daher auch nicht, dass eine vom Plasma chemisch wesentlich verschiedene Haut nicht vorhanden ist, sondern dass es sich höchstens um eine dichtere, feine, im optischen Durchschnitt sehr feinkörnig erscheinende Hautschicht handeln kann, welche die Grenze des Noctilucakörpers gegen das umgebende Medium bildet. Diese Hautschicht gehört dem Plasmakörper ebenso unmittelbar an wie die sog. Cuticula der Infusorien. Mit dieser Auffassung stimmt denn auch das Verhalten der Noctiluca bei der Theilung und Copulation überein, deren Verlauf gleichfalls erweist, dass eine eigentliche Membran nicht vorhanden sein kann. Dass es durch Einwirkung gewisser Reagentien auf lebende Noctilucen gelingt die Hauptmasse des Plasmas innerhalb dieser Hautschicht zur Zusammenziehung und zur Ablösung von derselben zu bringen, beweist meiner Ansicht nach ebensowenig wie bei den Ciliaten die Existenz einer von dem Plasma differenten Membran.

An gewissen Organen des Noctilucakörpers, wie dem Tentakel und dem sogen. Zahn, ist jedoch eine etwas dickere und ziemlich deutlich doppelt contourirte äussere Hautschicht zu erkennen, wie bei der spe-

*) Botanische Zeitung 42. p. 9.

ciellen Betrachtung dieser Theile erörtert werden wird. Für diese Organe liesse sich daher die Existenz einer Membran eher vertheidigen, doch glaube ich, dass es sich auch hier nur um eine sogen. Cuticular- oder Hautschicht handelt, weil diese Organe unter Umständen ganz eingezogen werden können, was wohl gegen die Existenz einer von dem Plasma chemisch stark differenten Membran spricht. Es ist jedoch immerhin möglich, ja an und für sich nicht unwahrscheinlich, dass diese Hautschicht, ähnlich wie sie sich physikalisch durch grössere Festigkeit von dem Binnenplasma unterscheidet, auch chemisch von demselben etwas differirt. So scheint wenigstens aus den Mittheilungen Robin's hervorzugehen, dass sie in Ammoniak viel weniger quillt wie das innere Plasma. Ich brauche übrigens, indem ich auf das bei Gelegenheit der Cuticularbildungen der Flagellaten (p. 677) Bemerkte, verweise, nicht besonders zu betonen, dass ich zwischen Hautschicht und bestimmter differenzirter Cuticularmembran Uebergänge anerkenne.

Die vorstehenden Erörterungen sprechen denn auch gegen die Bezeichnung der Hautschicht der Noctiluca als Zellmembran, da man mit dieser doch gewöhnlich den Begriff einer von dem unterliegenden Plasma physikalisch und chemisch wohl geschiedenen Membran verbindet.

Wie diese Verhältnisse bei Leptodiscus liegen, lässt sich zur Zeit nicht mit Sicherheit angeben. Hertwig schreibt demselben eine allseitige dünne Membran zu, welche nur auf der convexen Fläche (Ventralseite) an den beiden früher erwähnten Einsenkungen unterbrochen sei. Die jene Seite überziehende Partie der Membran erscheine etwas dicker und im optischen Schnitt deutlich doppelt contourirt, auch besitze sie, im Gegensatz zu der Membran der Concavseite, eine besondere Structur. Von der Fläche betrachtet zeige sie nämlich eine sehr feine chagrinartige Zeichnung, gebildet von sich dicht berührenden helleren Kreischen, in deren Centrum je ein dunkleres Pünktchen sichtbar ist. Hertwig möchte diese Zeichnung auf hügelige Hervorragungen der Membranoberfläche zurückführen (die hellen Kreischen), welche auf ihrem Scheitel eine Vertiefung (den centralen dunklen Punkt) besässen. Auch vermuthet er weiter, dass diese Vertiefungen vielleicht in feine, die Membran durchsetzende Poren führten, da es ihm manchmal schien, als entsprängen auf der convexen Seite des Körpers feine Pseudopodien, welche aus diesen Poren hervorgetreten sein könnten. Da nun aber auf dem abgebildeten optischen Schnitt dieses Theils der Membran weder von solchen hügeligen Hervorragungen noch von Poren etwas zu sehen ist, so halte ich diese Deutung für zweifelhaft und bin vielmehr geneigt, die chagrinartige Zeichnung auf eine feine Netzstructur im Inneren der wahrscheinlich plasmatischen Membran zurückzuführen, wie wir sie später auch von der Hautschicht der Noctiluca kennen lernen werden. Da keinerlei Angaben über die chemische Natur der Leptodiscusmembran vorliegen, so lässt sich nicht sagen, ob dieselbe von dem

Plasma wirklich verschieden ist; ich möchte sie wie die angebliche Membran der Noctiluca für eine plasmatische Hautschicht halten.

2. Anordnung und Structur des Plasmas. Da wir schon in der historischen Einleitung die mannigfachen Deutungen, welche das Plasmanetz der Noctiluca im Laufe der Zeiten erfahren hat, ziemlich eingehend besprachen, so dürfen wir in dieser Beziehung auf den genannten Abschnitt verweisen. Wir wissen, dass die Anordnung des Plasmas im Innern des Noctilucakörpers eine recht eigenthümliche ist, die bei den früher besprochenen Mastigophoren nicht bemerkt wurde und unter den übrigen Protozoën namentlich bei den Ciliaten Analogien findet. Wie uns die Entwickelungsgeschichte später zeigen wird und auch die Regenerationserscheinungen verrathen, geht die eigenthümliche Anordnung ursprünglich aus einem gleichmässig zusammenhängenden, nach der gewöhnlichen Ausdrucksweise homogenen Plasmakörper hervor, indem derselbe bei der weiteren Entwickelung durch reichliche Vacuolisation bald schaumig oder alveolär wird und wie wir annehmen müssen, denn direct wurde die Weiterentwickelung noch nicht verfolgt, schliesslich durch fortgesetztes Anwachsen und theilweises Zusammenfliessen dieser Vacuolen ein Plasmanetzwerk entwickelt, wie es in Pflanzenzellen so gewöhnlich angetroffen wird. Stets erhält sich jedoch ein mehr oder minder ansehnlicher Centraltheil des Plasmas als eine zusammenhängende Masse, von welcher zahlreiche verästelte Plasmazüge nach der Oberfläche der Blase ausstrahlen. Dieses Centralplasma findet seine Lage, wie bemerkt, längs des Peristomgrundes, so dass die hier befindliche Mundöffnung direct in dasselbe führt. Nach meinen Erfahrungen erstreckt es sich als eine gewöhnlich etwas längliche Masse, von unregelmässigen und wechselnden Umrissen von der Gegend der Lippe bis zum Hinterende des Peristoms; ins Innere des Körpers springt es nur wenig mehr als die Dicke des Kernes, der ihm eingelagert ist, vor. Uebrigens deuten die Beobachtungen der verschiedenen Forscher an, dass das Volum des Centralplasmas etwas variabel ist, was ja auch nicht überrascht. Nach Vignal soll es „ein Viertel bis ein Elftel des Körpers einnehmen können.“ Ersteres scheint mir aber für erwachsene Individuen entschieden übertrieben, das Centralplasma beträgt hier sicherlich meist noch nicht den 11. Theil des Körpervolums. Von der inneren, wie bemerkt, unregelmässig gebuchteten Oberfläche dieses Centralplasmas entspringen allseitig strahlig angeordnete Plasmazüge verschiedener Dicke, die sich zur Körperwand begeben, indem sie auf ihrem Verlauf fortdauernd Verästelungen erfahren, also immer feiner werden. Die Zweige benachbarter Plasmazüge anastomosiren reichlich untereinander und bilden so ein unregelmässiges Netzwerk, welches die durchaus klare und ungefärbte Flüssigkeit (Zellsaft), die den ansehnlichsten Theil des Körpervolumens bildet, durchsetzt. Die feinsten peripherischen Fadenverzweigungen, welche sich an der Körperwand befestigen, sind etwa auf 0,001 Mm Dicke herabgesunken. An den Verzweigungsstellen der Plasmazüge bemerkt

man gewöhnlich dreieckige oder unregelmässige Ausbreitungen wie an den Pseudopodiennetzen der Rhizopoden und wie bei den letzteren treten auch im Verlauf der feineren Fäden häufig varicöse Anschwellungen auf. Die peripherischen, feinen Verzweigungen, welche sich an die Körperwand anheften, gehen schliesslich in ein diese constituirendes, aus polygonalen bis unregelmässigen Maschen, von durchschnittlich 0,03 bis 0,04 Mm. Weite, gebildetes Plasmanetzwerk über, das bekanntlich zuerst von Quatrefages wahrgenommen wurde und jedenfalls zu der von V. Carus geäusserten irrthümlichen Ansicht führte, dass die Körperwand eine Zellenschicht aufweise. Wie gesagt, sind die Maschen dieses Netzes mehr oder minder unregelmässig und, wie die Anordnung des Plasmas überhaupt, veränderlich; auch begegnet man nach den Angaben Vignal's Stellen der Körperwand, wo sich grössere, zusammenhängende Plasmapartien gebildet haben, welche nur von kleinen Löchern durchbrochen sind, also Partien, wo das Maschenwerk noch nicht zur Ausbildung gelangte, oder durch Vereinigung rückgebildet wurde. Wir werden übrigens gleich sehen, dass in der nächsten Umgebung des Peristoms und an dessen Wand die Maschenbildung fehlt.

Auch Engelmann's Angaben (25) über das Vorkommen zahlreicher kleiner Kerne und die Allman's über das Vorhandensein zellähnlicher Körper in der Wandschicht der Noctiluca beruhen jedenfalls auf einer Missdeutung des Plasmanetzes der Wand. Wahrscheinlich gaben solche Stellen hierzu Veranlassung, wo, wie oben bemerkt, die Maschenbildung unvollkommen ist. Engelmann hat übrigens, wie es scheint, seine Angaben hauptsächlich auf abgestorbene und daher veränderte Exemplare gegründet. Allman wollte die vermeintlichen zellähnlichen Körper mit der Fortpflanzung in Zusammenhang bringen, was natürlich ohne jede Berechtigung ist.

Genauere Untersuchung lehrt nun aber (Bütschli), dass mit dem eben beschriebenen Maschenwerk die Structur der Körperwand nicht erschöpft ist, sondern dass sich im Innern der einzelnen Maschenräume noch ein äusserst zartes, feinstes Netzwerk ausspannt, das von den die Maschen umgrenzenden Plasmafäden entspringt. Ich habe daher die Vorstellung, dass die Körperwand von einer zusammenhängenden zarten Plasmamembran gebildet wird, welche durchaus von kleinsten Vacuolen durchsetzt ist, also einen feinschwammigen (oder wabigen) Bau zeigt — hierauf beruht das feinste Netzwerk, — welches letztere dann wieder durch die Ausbildung etwas stärkerer Plasmazüge in gröbere Maschen zertheilt wird. Eine genauere Untersuchung der verästelten Plasmazüge des Körperinnern lehrt aber auch, dass die beschriebene feinnetzige, resp. wabige Structur der Plasmawand nicht auf diese beschränkt ist, sondern dass alle etwas dickeren Plasmastränge dieselbe besitzen, gewöhnlich aber in der Weise modificirt, dass sich durch Streckung der feinen Netzmaschen in der Richtung der Plasmastränge gleichzeitig ein fibrillärer Structurcharakter entwickelt hat.

Wie eben bemerkt wurde, ändert sich die Structur der äusseren Körperwand in der nächsten Umgebung des Peristoms, indem die gröberen Maschen hier aufhören und nur das äusserst feine Plasmanetzwerk

verbleibt. Bei schwächerer Vergrösserung erscheint daher die Wand in dieser Gegend dicht granulirt; vielleicht ist sie auch etwas dicker, wie dies Robin angibt, welcher ihr verändertes Aussehen schon beobachtete. Zuweilen soll sie nach letztgenanntem Forscher auch etwas gelblich erscheinen. Die gleiche Structur weist denn auch der zur Bildung der Peristomwandungen eingesenkte Theil der Körperwand auf.

Ausser den oben beschriebenen Plasmastrahlen, die von der Centralmasse ausgehen, entspringen von letzterer einige sehr deutlich fein-fibrilläre Plasmazüge, welche sich zu besonderen Organen begeben und zu deren Bildung beitragen. Vom Vorderende des Centralplasmas verläuft zunächst ein starker fibrillärer Strang zur Basis des Tentakels, und tritt z. Th. wenigstens mit dessen Protoplasma in Verbindung (Taf. 49, 14a, bei f); nach Vignal soll dieser Strang zuweilen doppelt auftreten. Auch zu der Basis des Zahnes begibt sich ein ähnlicher Strang, welcher wahrscheinlich nur eine Abzweigung des ersterwähnten ist und geht in das Plasma des Zahns über.

Noch interessanter erscheinen aber Plasmastränge, welche von dem Hinterende der Centralmasse und von der schmalen Hinterwand des Peristoms entspringen, da sie das viel besprochene und gewöhnlich falsch gedeutete Staborgan bilden. Von dem Hinterende des Centralplasmas entspringt nämlich ein dickes Büschel feiner Plasmafäden, welches zu der hinteren Hälfte des sog. Staborgans zieht, indem es sich auf seinem Wege fächerartig ausbreitet (14 b u. a); schliesslich heften sich seine Fäden längs der beiden etwas erhabenen Falten oder Kanten, welche das Staborgan äusserlich formiren, an der Körperwand an und ihre Anheftung bewirkt denn auch wohl das Vorspringen dieser Falten. In ähnlicher Weise werden auch die Fortsetzungen der beiden Falten, welche die vordere Hälfte des Staborganes bilden, von zahlreichen ähnlichen Plasmafäden gewissermaassen gestützt. Letztere entspringen aber nicht aus dem geschilderten Busch, sondern in zwei dicht neben einander hinziehenden Reihen längs der ganzen schmalen Hinterwand des Peristoms. Da die beiden Falten, welche die Rinne des Staborgans begrenzen, in dessen vorderer Hälfte allmählich beträchtlich divergiren, so müssen auch die beiden flächenartigen Züge feiner Plasmafäden in ihrem Verlauf divergiren, was am besten in der Ansicht auf die Ventralseite (14 a) wahrgenommen wird. Da sich nun weder an den Falten des sog. Staborganes, noch in der von ihnen eingeschlossenen Rinne eine Veränderung der Körperwand, etwa eine membranöse Verdickung oder dergleichen nachweisen lässt, so ergibt sich aus vorstehender Schilderung, dass das Staborgan ausschliesslich durch die Anheftung der geschilderten Plasmafäden gebildet wird und seine Auffassung als ein festerer, durch eine Verstärkung der Membran entstandener Stab oder eine Platte (worauf auch der Name hindeutet) unzulässig ist. Dass es sich als eine festere Region in der Wand der Noctiluca darstellt, ist gewiss nur die Folge der in so reicher Zahl herantretenden Plasmafäden.

Da das Staborgan so verschiedenartige und z. Th. seltsame Deutungen erfuhr, scheint es nöthig, die früheren Ansichten eingehender zu erörtern, um so mehr, als die oben gegebene Schilderung von den früheren wesentlich abweicht. Bekanntlich wurde das Organ schon von Verhaeghe ganz gut abgebildet, aber erst von Busch geschildert, welcher es als einen „scharfkantigen Stab“ auffasste, der in das Innere der Noctiluca hineinrage. Die beigegebene Abbildung ist übrigens recht charakteristisch und viel besser als manche spätere. Quatrefages scheint es ganz übersehen zu haben.

Huxley unterschied das Staborgan, welches er als „dreieckige Grube oder Spalte“ bezeichnete, nicht genügend von dem Peristom. Für ein besonderes stabartiges Gebilde hielt er es jedenfalls nicht. Dagegen glaubte er, etwa in der Mitte seines Verlaufes eine kleine trichterförmige Einsenkung gefunden zu haben, die in Verbindung mit dem Centralplasma stehe („Magen“ nach ihm) und vermuthet, dass sie die Afteröffnung sei. Es scheint mir sehr wahrscheinlich, dass er etwas von dem grossen Büschel von Plasmafäden wahrnahm und dass sich die Schilderung der trichterförmigen Einsenkung hierauf bezieht. Webb scheint etwas schärfer zwischen dem Peristom und der Rinne des Staborganes unterschieden zu haben. Dem Staborgan selbst schrieb er eine feste, hornige Natur zu; auch er hat wohl etwas von den Plasmazügen, die sich zu ihm begeben, beobachtet, doch ist seine Beschreibung zu unklar und nicht genügend von Abbildungen unterstützt, um vollkommen verstanden zu werden, was übrigens für die meisten Schilderungen des Staborganes mehr oder weniger gilt. — Zu einer recht seltsamen Auffassung des fraglichen Gebildes kam Dönitz, welcher dem „Stab oder pfriemenförmigen Körper“ die Gestalt einer sehr langgestreckten dreiseitigen Pyramide zuschreibt (also etwa wie eine dreischneidige Dolchklinge), deren eine Seitenfläche im Niveau der äusseren Kugelfläche liege, während die anderen ins Innere hineinragen. Dieser Stab „fülle eine Rinne in der Schale aus“ oder, was ihm noch wahrscheinlicher dünkt, „er überdecke einen Spalt in derselben.“ Möglicherweise hat Dönitz demnach etwas von den zutretenden Plasmazügen gesehen und diese auf die inneren Seitenflächen eines pyramidenförmigen Stabes bezogen. Vignal dagegen unterschied wieder gar nicht zwischen dem Peristom und der Rinne des Staborganes und scheint der Ansicht zu sein, dass das ganze Staborgan bis zu seinem Ende eine Fortsetzung der tiefen Peristomeinsenkung sei; in der ganzen Einrichtung will er einen Stützapparat für das Centralplasma erkennen. In mancher Hinsicht mit der Dönitz'schen Auffassung übereinstimmend, ist die Stein's, welcher das Organ für eine festere leistenartige Platte hält, welche in die Continuität der Membran eingelagert sei und es daher als „Stabplatte“ bezeichnet. Eigenthümlicher Weise findet er es hinten abgestutzt und glaubt, dass sein Vorderende bei der Einführung der Nahrung mitwirke. Von dem Peristom scheint Stein gar keine Vorstellung gehabt zu haben, wesshalb er seine Beziehungen zu dem Staborgan nicht erörterte. Auch bei Cienkowsky und Robin vermissen wir eine genauere Darstellung des Organes, sie scheinen beide nicht hinreichend zwischen Peristom und Staborgan zu unterscheiden, speciell Robin scheint sich das Organ als eine Art schwächerer Fortsetzung der Peristomeinsenkung zu denken, eine Auffassung, welche übrigens, wie wir später sehen werden, auch eine gewisse Berechtigung besitzt; beide bemerkten aber die Beziehungen des Organes zum Centralplasma nicht.

Letztere Verhältnisse hat allein Allman ziemlich richtig beobachtet, das Gesehene aber theilweise falsch gedeutet. Seltsamer Weise beschrieb er die äussere Beschaffenheit des Organes als die einer schwach erhobenen Leiste, dagegen erkannte er zuerst den Busch von Plasmafäden richtig, der sich vom Centralplasma zur Hinterhälfte des Organes begibt und sah auch die beiden Züge von Fäden, welche zu der vorderen Hälfte gehen, deutete sie aber als Streifen einer nach innen vorspringenden „Duplicatur“, welche die Körperwand hier bilde. Er nahm weiter an, dass im Staborgan ein Kanal hinziehe, der in der erwähnten Duplicatur ausmünde. Diese Einsenkung und den Kanal, folgert er weiter, könne man als die Afteröffnung betrachten, zu welcher die Excremente durch den Busch von Plasmafäden, dessen feinere Structur er übrigens nicht erkannte, zugeleitet würden. Wir bemerken bei dieser Gelegenheit noch, dass auch Webb (23) seiner Zeit einen After beobachtet zu haben glaubte, den er jedoch als eine feine, etwas hinter dem Zahn in dem Peristom gelegene Oeffnung abbildet.

Nachdem wir uns im Vorstehenden über die Anordnung des Plasmas im Noctilucenkörper orientirt haben, bemerken wir nur noch, dass dasselbe, wie schon öfters bemerkt wurde, in beständiger strömender Bewegung und Veränderung begriffen ist; wenigstens gilt dies sicher für das zur Körperoberfläche strahlende Plasmanetzwerk und seine Ausbreitung in der Körperwand. Man verfolgt dies deutlich an den Verschiebungen der Einschlüsse des Plasmas und an fortwährenden Veränderungen in der Anordnung des Netzes; auch sieht man, wie die varicösen Anschwellungen der feineren Plasmazüge an diesen hingleiten, was auch von den Pseudopodien der Sarkodinen bekannt ist. Wie wir wissen, hat zuerst Doyère diese Verhältnisse gut erkannt und richtig gedeutet. Seine Darstellung wurde dann bald von Quatrefages bestätigt und die späteren Beobachter hatten nur einen Punkt in des letzteren Schilderung zu verbessern. Quatrefages (und ähnlich später auch West bei Brightwell [24]) glaubte nämlich eine völlige Uebereinstimmung des Plasmanetzes mit der Pseudopodienbildung der Rhizopoden zu finden und schilderte daher auch frei durch den Zellsaft ragende und ohne Anheftung endende Fortsätze des Centralplasmas, ebenso wollte er auch in Zurückziehung begriffene Fortsätze mit freien Enden in der Zwischenflüssigkeit beobachtet haben. Diese Angaben scheinen nach den übereinstimmenden Beobachtungen von Dönitz, Allman und Robin unrichtig zu sein, da letztere nie frei endende Plasmafäden fanden; nur beim Zurückziehen absterbender Fäden soll dies als pathologische Erscheinung nach Robin wahrzunehmen sein. Die Bildung neuer Verzweigungen der Plasmastrahlen erfolgt demnach auch nicht nach Art des Hervorwachsens von Pseudopodien, sondern, der allgemeinen Entstehung des Plasmanetzes gemäss, jedenfalls dadurch, dass sich an gewissen Stellen Flüssigkeitsvacuolen in demselben bilden, welche schliesslich in den allgemeinen Zellsaft durchbrechen und dadurch einen Netzfaden vom benachbarten Plasma abtrennen, welch' letzterer nun durch Verschiebung und Zufluss sich verlängern und in der mannichfaltigsten Weise verändern kann.

Dass sich auch die Centralmasse des Plasmas an den Strömungen betheiligt, wird direct erwähnt, indem auch ihr Aussehen sich ändert und namentlich der Kern Verschiebungen erfahren kann. Sehr energisch scheinen übrigens die Strömungen des Plasmas nicht zu verlaufen, denn Allman bemerkt, dass sie viel schwächer seien als in den Pflanzenzellen gewöhnlich.

Wie sich bezüglich der Strömungserscheinungen die oben geschilderten Züge von Plasmafibrillen verhalten, welche zum Tentakel, Zahn und Staborgan ziehen, ist noch kaum erforscht; nur Vignal berichtet, dass der zum Tentakel ziehende Strang ganz starr und bewegungslos sei.

Wir können jetzt versuchen, auch die Verhältnisse bei Leptodiscus einer kurzen Betrachtung zu unterziehen. Wie schon bemerkt wurde, findet sich auch bei diesem eine centrale Plasmaanhäufung, welche im Centrum der concaven, dorsalen Scheibenfläche liegt, deren Membran

dicht angeschmiegt, oder nach unserer Auffassung einen Theil dieser Wand selbst bildend (T. 50, 10c—d). Der Durchmesser dieser scheibenförmigen Plasmaanhäufung ist nicht sehr beträchtlich; in der Dicke erreicht sie höchstens ein Fünftel der Scheibendicke Sie umschliesst wie bei Noctiluca den Kern und sendet radienartig zahlreiche, an ihrem Beginn ziemlich dicke Plasmastrahlen aus, welche längs der concaven Körperwand verlaufen und, indem sie sich fortgesetzt verästeln und anastomosiren, über diese ganze Wand hin ein Plasmamaschenwerk bilden, dessen centrale Maschen etwas länglich gestreckt sind, während sie nach der Peripherie allmählich kürzer und breiter werden (10d). Hertwig bemerkt ausdrücklich, dass sich innerhalb der grösseren Maschen noch ein feineres Netzwerk finde. Im Allgemeinen begegnen wir also in der concaven Körperwand des Leptodiscus einem Bau, wie ihn die gesammte Körperwand der Noctiluca darbietet. Anders verhält sich aber die convexe, ventrale Körperwand. Sowohl von dem Centralplasma wie von den stärkeren radialen Balken des dorsalen Netzwerkes erheben sich ungemein zahlreiche Plasmafäden, oder von der Centralmasse auch dickere Züge, welche gerade durch die Scheibe hindurch zu der Ventralseite aufsteigen (10c). Im peripheren Theil der Leptodiscusscheibe sind sie unverästelt; die centraleren dagegen verästeln sich in ihrem Verlauf. Alle Endästchen heften sich schliesslich an die ventrale Körperwand. Die Fäden durchsetzen die glashell durchsichtige Zwischenmasse, welche sich auch hier findet, aber nach Hertwig, im Gegensatz zu den Verhältnissen bei Noctiluca, nicht flüssig, sondern von gallertartiger Consistenz sein soll. Jedes Plasmafädchen soll an seiner Befestigungsstelle an der Ventralwand eine etwas merkwürdige Beschaffenheit aufweisen. Es scheint sich nämlich nicht direct an die sog. Membran derselben zu heften, sondern je an ein kleines stäbchenförmiges Körperchen, das senkrecht zur Körperwand nach innen vorspringt. Da Hertwig jene Körperchen, die in der Ansicht auf die Fläche als kleine, hellleuchtende Kreise erscheinen, bei der Schilderung der Membran erwähnt, so scheint er sie als Theile derselben zu betrachten. Ich muss gestehen, dass ich mir zunächst keine rechte Vorstellung von der Natur dieser Gebilde machen kann.

Von einem Plasmanetzwerk der ventralen Körperwand soll sich nach Hertwig nichts finden, doch hob ich schon bei der Besprechung der Membran hervor, dass deren angebliche Structur möglicherweise auf ein sehr feines Plasmanetzwerk zurückzuführen sei. Sollte sich dies bestätigen, so verhielte sich also die ganze Ventralseite des Leptodiscus ähnlich, wie bei Noctiluca die Gegend um den Eingang des Peristoms und dessen Wand.

In der centralen Hälfte der concaven Körperwand beobachtete Hertwig noch eine weitere Structureigenthümlichkeit, über welche er aber nicht hinreichend klar wurde. Etwa in der Entfernung des halben Radius vom Centrum nimmt man an dieser Wand eine Kreislinie wahr, welche von feinen Körnchen gebildet werden soll (10d). An günstigen Präparaten ge-

lang es nun von dieser Linie nach dem Centrum feine, sehr dicht neben einander radiär verlaufende Plasmafibrillen in der Körperwand zu verfolgen. Hertwig vermuthet, dass dieselben vielleicht contractile Fibrillen seien, wie sie im Ectoplasma anderer Protozoën gefunden wurden, doch blieb er unsicher, ob die Fibrillen nicht etwa nur die schon beschriebenen, bei contrahirten Exemplaren sehr dicht zusammengerückten radialen Plasmazüge der Ventralseite seien. Letztere Ansicht scheint mir zwar beim Vergleich seiner, bei derselben Vergrösserung gezeichneten Figuren der Züge und Fibrillen wenig wahrscheinlich, doch lässt sich schwer sagen, wie sich die Fibrillen zu den Plasmamaschen verhalten sollen, wenn beide verschieden von einander sind. Wie bemerkt, beansprucht Hertwig diese Fibrillen, möge ihre morphologische Deutung nun sein, wie sie wolle, als contractile Elemente, durch welche die Zusammenziehung und Wölbung der medusenförmigen Leptodiscusscheibe bewirkt werde. In diesem Punkt können wir aber seiner Auffassung wohl schwerlich beistimmen, denn so, wie die Fibrillen liegen und verlaufen, können sie bei der Contraction unmöglich eine Zusammenziehung, sondern müssen vielmehr eine Ausbreitung des Schirmes bewirken. Dass sie nun letzteres thatsächlich thun, scheint nicht unmöglich.

Endlich haben wir noch einer vom Centralplasma ausgehenden Bildung zu gedenken, welche am meisten an den Fibrillenbusch erinnert, der sich bei Noctiluca zu dem hinteren Theil des Staborganes begibt. Es ist dies ein breiter, platter Strang feiner plasmatischer Fibrillen, welcher vom Centralplasma geraden Wegs zum Grunde der Einstülpung zieht, die wir schon früher auf das Staborgan der Noctiluca bezogen haben (10d, p). Hertwig lässt es etwas zweifelhaft, ob die Fibrillen dieses Stranges wirklich plasmatischer Natur sind, doch glaube ich, dass wir dies, nach den Erfahrungen bei Noctiluca, getrost annehmen dürfen.

3. Färbung des Plasmas. Bei mikroskopischer Betrachtung scheint das Plasma der Noctiluca ganz farblos, namentlich sind die Plasmastrahlen, wie die verschiedenen Autoren versichern, ganz durchsichtig und farblos. Die zahlreichen Einschlüsse, welche im Plasma vorkommen können, verleihen der Centralpartie gewöhnlich eine gelbliche bis bräunliche Färbung. Dennoch scheint es mir möglich, dass das Plasma selbst eine sehr schwache Färbung besitze. Zahlreiche Beobachter (Suriray, Macartney, Byerly [bei Webb], Dönitz, Vignal und Pouchet) versichern nämlich, dass eine dickere Schicht von Noctilucen, wie sie an der Meeresoberfläche häufig gefunden wird, röthlich gefärbt erscheine. Man könnte zwar annehmen, dass diese Färbung ganz auf Rechnung der Plasmaeinschlüsse zu setzen wäre, was auch Robin behauptet, doch finden sich unter diesen, soweit bekannt, keine von röthlicher Farbe. Ich halte es daher für möglich, dass das Plasma eine sehr zarte röthliche Färbung besitzt, welche erst in dickerer Schicht deutlich erkennbar wird; wir lernten ja eine ganze Anzahl mariner Dinoflagellaten kennen, welche eine solche Plasmafärbung zeigen.

Der Körper des Leptodiscus ist ganz durchsichtig, wasserklar, nur das Centralplasma erscheint als ein weisslicher Punkt. Auf der convexen Scheibenseite ist ein irisirender Schimmer bemerkbar, der möglicherweise auf den erwähnten besonderen Structurverhältnissen der Wand dieser Seite beruht.

4. Plasmaeinschlüsse. Unter diesen treten uns fett- und eiweissartige entgegen, doch sind die Untersuchungen über dieselben bis jetzt noch wenig ausführlich.

Sowohl im Centralplasma der Noctiluca wie in den Plasmastrahlen und namentlich in dem Netz der Körperwand trifft man zahlreiche stark lichtbrechende und nach Robin gelbliche bis orangegelbliche Körnchen on rundlicher bis länglicher Gestalt; auf ihnen beruht die gelbliche bis bräunliche Färbung des Centralplasmas. Sie finden sich stets in den Plasmafäden oder sind denselben scheinbar angefügt; wenn man sie anscheinend frei in den Maschen der Körperwand beobachtet, so ist dies nur eine Täuschung, sie liegen dann in dem feinen Netzwerk, welches, wie bemerkt, diese Maschen noch erfüllt. Leider wurde die Natur dieser Einschlüsse noch nicht sicher gestellt. Mittels Karminfärbung konnte Vignal zwei Arten von körnigen Einschlüssen unterscheiden, indem sich die einen färbten, die anderen ungefärbt blieben. Erstere vergleicht er den Dotterplättchen niederer Wirbelthiere und hält sie demnach auch wohl für eiweisshaltig. Ich kann hierzu bemerken, dass ich im Centralplasma conservirter Noctilucen häufig polyedrische, blättchenartige Körperchen fand, welche sich also dieser Auffassung anschliessen würden. Leider lässt nun aber Vignal zweifelhaft, welche Art dieser Einschlüsse den erst geschilderten, im lebenden Wesen zu beobachtenden Granulationen entspreche. — Ausserdem findet man nun aber im Plasma recht häufig auch grössere Fetttropfen (bis 0,01 Mm. Durchm.), wie durch ihre Osmiumsäurereaction und Färbung mit Quinolein sicher gestellt wurde (Vignal). Robin hat derartige Fetttropfen manchmal so reichlich im Centralplasma gefunden, dass dasselbe viel umfangreicher wie gewöhnlich erschien. Reich mit solchen Tropfen versehene Noctilucen sollen nach diesem Forscher den von Busch zu einer besonderen Art, Noctiluca punctata, erhobenen Individuen zu Grunde gelegen haben. Von einer besonderen Färbung der Fetttropfen wird nichts berichtet, wogegen Allman zuweilen zahlreiche „gelbbraune öläbnliche Tropfen“ in der peripherischen Schicht des Centralplasmas gefunden haben will.

Entsprechenden Einschlüssen begegnen wir nach Hertwig auch bei Leptodiscus. Fettkügelchen finden sich spärlich in dem „nahezu homogenen Plasma“; eine zweite Art von Einschlüssen, welche auch Hertwig den Dotterplättchen vergleicht, findet sich nur an der Innenseite der convexen Körperwand, und zwar reichlicher gegen die Peripherie hin, sowie um den Eingang der von uns auf das Staborgan bezogenen Einsenkung. Es sind mattglänzende Kugeln von etwa 0,003 Durchm., welche sich weder mit Karmin färben noch bei Essig-

säurezusatz gerinnen. Hertwig hält sie für Eiweisskugeln mit geringem Fettgehalt, was ich nach den angegebenen Reactionen nicht recht verstehe.

Vacuolen bilden sich sehr häufig im Plasma der Noctiluca und treten auch zeitweilig in dem des Leptodiscus auf. Dieselben scheinen durchaus gewöhnliche Flüssigkeitsvacuolen von nicht contractiler Natur zu sein. Sie kommen eben sowohl im Centralplasma wie in den Plasmastrahlen und dem peripherischen Maschenwerk der Noctiluca vor; an letzterem Ort sind sie natürlich klein. Mit den Strömungen des Plasmas werden die Vacuolen gleichfalls umher geführt. Vignal will auch beobachtet haben, dass gelegentlich mehrere Vacuolen zu einer grösseren zusammenfliessen und umgekehrt auch eine Vacuole zuweilen in kleinere zerfalle.

Nahrungsvacuolen. Alle durch den Mund in das Centralplasma der Noctiluca aufgenommenen Nahrungskörper werden darin von Nahrungsvacuolen umschlossen, über deren Entstehung noch nichts bekannt ist. Es bleibt also zweifelhaft, ob die meist nicht sehr ansehnliche Flüssigkeitsmenge, welche den Nahrungskörper umgibt, vom Plasma ausgeschieden wird, was ich in diesem Fall für wahrscheinlicher halte, oder ob sie gleichzeitig mit der Nahrung von aussen aufgenommen wird. Jedenfalls bilden sich die Nahrungsvacuolen ursprünglich im Centralplasma und treten erst, wie es sehr gewöhnlich geschieht, aus diesem auf die Plasmastrahlen über. Je nach der Grösse der verschlungenen Nahrungskörper schwankt auch das Volum der Vacuolen und da nicht selten Körper verschlungen werden, die den Durchmesser der Noctiluca nahezu erreichen, so können sich unter Umständen Vacuolen bilden, welche die Noctilucablase fast erfüllen. Nur Vignal will beobachtet haben, dass diese Vacuolen von einer deutlich doppelt contourirten Membran umschlossen seien, obgleich auch er an ihrem Entstehen und Entleertwerden mit der Ausstossung der unverdauten Nahrungsreste nicht zweifelt. Mag es sich nun bei dieser Beobachtung nur um ein gegen die Flüssigkeit der Vacuole verdichtetes Oberflächenhäutchen des Plasmas gehandelt haben oder um ein optisches Phänomen, jedenfalls können wir für die Nahrungsvacuolen der Noctiluca, so wenig wie für die anderer Protozoën die Existenz einer besonderen Membran zugeben.

Bei Leptodiscus wurde die Bildung besonderer Nahrungsvacuolen nicht beobachtet.

5. Nucleus. Die Cystoflagellaten wurden bis jetzt, wie die Mastigophoren gewöhnlich, nur einkernig gefunden. Der im Verhältniss zu der Grösse der Wesen nicht sehr ansehnliche Kern liegt, wie bemerkt, stets im Centralplasma und ist von kugliger bis ellipsoidischer Gestalt. Nach den Angaben Vignal's und Robin's nimmt seine Grösse meist ziemlich entsprechend den Grössenverhältnissen der Noctiluca zu und wächst bis 0,05 heran. Eine deutliche Kernmembran (nach Hertwig bei Leptodiscus relativ dick und doppelt contourirt) ist vorhanden.

Die Structur des Noctilucakernes ist leider noch nicht genügend erforscht. Die Beobachter stimmen darin überein, dass der lebende Kern ganz hell, durchsichtig und homogen erscheine. Vignal behauptet sogar, dass der Nucleus im lebenden Zustand gar nicht sichtbar sei, eine jedenfalls irrthümliche Angabe. Die meisten Forscher wollen nun auch nach der Behandlung mit Reagentien eine feinere Kernstructur vermisst haben, und nehmen also an, dass der Nucleus aus einer ganz homogenen Substanz bestehe, so noch Vignal und Robin. Schon M. Schultze berichtete jedoch, dass der Kern aus zahlreichen zart contourirten, kugligen Gebilden zusammengesetzt sei, wogegen Cienkowsky diese Erscheinung in folgender Weise zu erklären versuchte. Gewöhnlich werde der Kern von einem gleichmässigen „protoplasmatischen Inhalt" erfüllt; „beobachte man diesen aber anhaltend, so werde man bald gewahr, dass er mitunter Formveränderungen zeige. Oft ziehe er sich von der Nucleuswand zurück, bilde Stränge und verzweigte Strahlen, die nach einer Weile wieder eingezogen würden (49, 14d). Diese protoplasmatischen Fortsätze erschienen nun, wenn sie senkrecht zum Beobachter zu stehen kämen, wie Körperchen von verschiedenen Umrissen und Grössen." Wir dürfen uns, wie gesagt, nach diesen, bis jetzt vorliegenden Mittheilungen keiner genügenden Kenntniss des Noctilucakernes rühmen.

Bei Leptodiscus hat Hertwig die Kernstructur etwas genauer untersucht. Die Kernsubstanz, welche die Membran ganz erfüllt, ist gewöhnlich deutlich in zwei ungleich grosse, durch eine ziemlich scharfe quere Linie begrenzte Partien gesondert, von welchen die kleinere eine homogene, die grössere eine fein granulirte Beschaffenheit besitzt (50, 10f); die homogene Partie imbibirt sich rascher mit Carmin wie die granulirte. Aehnliche Structurverhältnisse sind uns schon am Kern gewisser Rhizopoden begegnet und finden sich auch am Keimbläschen mancher Eier. Ich vermuthe, dass sich bei genauerer Untersuchung diese Structurverschiedenheit der Kernsubstanz in der Art erklären wird, dass die anscheinend homogene Partie einen sehr feinnetzigen, die granulirte einen gröber netzigen Bau besitzt. Hertwig beobachtete jedoch auch einige Male einen etwas abweichenden Bau, der nach seiner Vermuthung vielleicht mit Theilungsvorgängen der Kerne zusammenhängt. In einem Fall waren in der granulirten Substanz eine Anzahl dichterer nucleolusartiger Körperchen vorhanden, in einem anderen (10g) war die gewöhnliche Kernstructur ganz verschwunden: in einem reichlich vorhandenen Kernsaft fand sich ein grösseres kugliges Körperchen, aus einer dichteren Rindensubstanz und einem kleinen nucleolusartigen Gebilde in der inneren Safthöhle bestehend und daneben in dem Kernsaft noch einige verschieden grosse nucleolusartige Gebilde.

Bei Noctiluca ergaben nun die Untersuchungen Robin's, dass die Theilung des Kernes sehr gut mit dem Schema der indirecten Theilung übereinstimmt, wir glauben jedoch die hierüber vorliegenden Erfahrungen

besser erst bei der Besprechung der Fortpflanzungserscheinungen erörtern zu sollen.

6. **Das Peristom und die in ihm befindlichen Organe.** Von der allgemeinen Lage und Gestalt des Peristoms gaben wir schon früher eine Schilderung, die wohl genügen wird; dagegen müssen wir die in ihm befindlichen wichtigen Organe noch etwas genauer nach ihrer Lage und Beschaffenheit betrachten.

Nach meinen Erfahrungen erstreckt sich die langspaltförmige, ganz schmale **Mundöffnung** über den ganzen Boden des Peristoms hin, soweit derselbe mit dem eigentlichen Centralplasma in Berührung steht, also etwa von der hinteren Grenze der sog. Lippe bis an die hintere Peristomwand (49, 14a, m). Hier gehen eben die Wände des Peristoms direct in das undifferenzirte Centralplasma über, welches an dieser Stelle nackt und offen liegt. Man kann diese spaltförmige Mundöffnung bei günstigem Einblick in das Peristom ganz gut sehen. Zwischen der Basis der Bandgeissel und der Lippe, wohin fast alle früheren Beobachter das Cytostom verlegen, konnte ich nie etwas von einer Oeffnung wahrnehmen. Gegen eine solche Lage spricht auch der Umstand, dass das Centralplasma in diese Gegend gewöhnlich nicht mehr reicht, vielmehr zieht hier am Boden des Peristoms der Fibrillenstrang hin, welcher sich zu der Basis der Bandgeissel und dem Zahn begibt.

Ein Mund wurde zum ersten Male von Krohn genauer geschildert, als eine grosse rundliche Oeffnung, welche sich zwischen der Basis der Bandgeissel und dem Ursprung der hinteren Geissel erstrecke. Ihm schloss sich Huxley innig an und zeichnete eine womöglich noch weitere und grössere Oeffnung an der gleichen Stelle. Auch die späteren Beobachter, mit Ausnahme von Cienkowsky, verlegen das Cytostom an diesen Ort, doch ist es nach Robin nicht eine weite rundliche Oeffnung, sondern ein schmaler Längsspalt. Eigenthümlich ist die Darstellung Allman's; nach ihm ist das Cytostom eine rundliche Oeffnung dicht hinter der Basis der Bandgeissel und diese führe in einen ziemlich langen röhrenförmigen Schlund, auf dessen Grund die hintere Geissel entspringe, welche der Mundöffnung zu gerichtet sei. Von der äusseren Wand dieses Schlundes entspringe der Zahn und rage in ihn hinein. Ich kann mir diese Schilderung nur so erklären, dass Allman die Leiste, von welcher sich der Zahn erhebt, in der seitlichen Ansicht des Peristoms für die äussere Grenzwand eines Schlundrohres gehalten hat und dadurch auch zu der Vorstellung von der Lage der Mundöffnung hinter der Basis der Bandgeissel kam. Als scheinbare Umgrenzungen dieser Mundöffnung deutete er wohl z. Th. die Basalleisten der Bandgeissel. Für ganz unrichtig halte ich auch die Angaben Stein's über das Cytostom. Was er als solches beschreibt, kann nur das Falten- oder Leistensystem sein, welches sich mehr oder weniger kenntlich von der Basis der Bandgeissel zu dem Zahn hinzieht.

Auch bei Cienkowsky vermissen wir eine genauere Beschreibung des Cytostoms, namentlich ist es auf seinen Abbildungen gar nicht dargestellt, doch deutet die Bemerkung, dass es sich auf dem Grunde der trichterförmigen Einsenkung (des Peristoms) finde und die Thatsache, dass es auf den Abbildungen, welche die Region vor dem eigentlichen Mund darstellen, nicht angegeben ist, darauf hin, dass C. wohl richtig beobachtet hat.

Die sog. Bandgeissel oder der Tentakel ist das am weitesten vorn, etwa mitten zwischen dem Vorderrand des Peristoms und dem Vorderende der Mundöffnung entspringende Organ (49, 14a—b, t). Im nicht retrahirten Zustande ragt es weit aus dem Peristom heraus, indem es

eine Länge von durchschnittlich dem halben Körperdurchmesser erreicht. Es soll zwar nach den Angaben und den Abbildungen einiger Autoren auch bis zum Durchmesser des Körpers und mehr heranwachsen, doch halte ich das für ungewöhnlich, wenn überhaupt vorkommend.

Die Bandgeissel ist ein contractiles Organ, daher in ihrer Gestalt wechselnd, bald gestreckt, bald mehr oder minder eingerollt. An ihrer Basis erreicht sie eine Breite von 0,04 und verschmälert sich allmählich nach dem Ende zu, welches aber doch noch ziemlich stumpf ist. Sie ist im Querschnitt nicht cylindrisch, sondern mehr oder weniger bandförmig abgeplattet (50; 11,d) und so befestigt, dass der grössere Querdurchmesser quer zum Peristom gerichtet ist. Dabei sind aber ihre beiden Breitseiten nicht gleich gebildet, sondern die nach dem Mund schauende ist rinnenförmig vertieft oder ausgehöhlt, die abgewendete dagegen schwach vorgewölbt. Allman will auch bemerkt haben, dass die rinnenförmige Aushöhlung veränderlich ist, dass sich nämlich die beiden Ränder soweit nähern können, indem sich die Rinne vertieft, bis sie einen fast geschlossenen Kanal herstellen. Es ist ja nicht unmöglich, dass die Bandgeissel auch in der Querrichtung eine solche Contractilität besitzt wie in der Längsausdehnung. Nach dem Ende zu soll sich die Abplattung allmählich verlieren, der Querschnitt also mehr rund werden.

Das gesammte Organ ist ein Auswuchs des Körperplasmas und seine Verbindung mit der Centralmasse desselben haben wir schon früher kennen gelernt. Doch zeigt das Plasma, welches die Bandgeissel bildet, besondere Differenzirungen, die jedenfalls mit ihrer Function in Zusammenhang stehen. Zunächst ist an ihr eine membranartige äussere Umhüllung recht wohl zu erkennen und an günstigen Präparaten konnte ich mich überzeugen, dass diese Hülle eine zwar äusserst feine, doch ganz deutliche Querringelung besitzt (50, 11, cut). Das innere Plasma grenzt sich wenigstens an Osmiumsäurepräparaten ziemlich scharf durch einen kleinen Zwischenraum von der Membran ab und erfüllt das Organ völlig; dasselbe ist also nicht hohl, wie verschiedene ältere Beobachter angaben. Dies Plasma erweist sich nun auch von netziger Structur, doch mit verschiedener Beschaffenheit der ausgehöhlten und der convexen Seite. Auf der ersteren (cnc) ordnen sich die Plasmafäden so, dass sie in geringen Abständen regelmässig quer und parallel zu einander ziehen, worauf die Querstreifung des Organs beruht. Jedes quere Fädchen besitzt in regulären Abständen eine Anzahl varicöser knötchenartiger Verdickungen und alle entsprechenden Verdickungen sind in der Längsrichtung durch feinere Fädchen mit einander verbunden. Die Differenzirung der concaven Seite ist also im Allgemeinen derart, dass sich die im gewöhnlichen Plasma unregelmässige Netzstructur zu einer regelmässigen, mit viereckigen Maschen umgestaltet hat. Auf der convexen Seite findet sich dagegen ein Netzwerk von unregelmässigerer Bildung (cov), so dass hier keine Querstreifung hervortritt. Betrachtet man den optischen Durchschnitt des Tentakels (d), so bemerkt man, dass das Netzwerk der beiden Seiten nicht unverbunden

ist, sondern dass die Knotenpunkte beider Netzwerke durch Fädchen, welche in der Dickenrichtung der Geissel ziehen, unter einander verbunden sind.

Die älteren Beobachter (namentlich Quatrefages) verlegten die Querstreifung in die Membran der Bandgeissel und Blainville wollte sie auf quere Muskelfasern beziehen. Krohn betonte dagegen zuerst, dass die Streifung ihren Sitz im Innern habe. Schon frühzeitig wurde der Gedanke ausgesprochen, dass diese Structur mit der der quergestreifter Muskelfasern vergleichbar sei; namentlich Vignal versuchte durch seine Beobachtungen über den feineren Bau der Bandgeissel eine solche Auffassung zu befestigen. Nach ihm soll die Streifung darauf beruhen, dass an der Concavseite der Bandgeissel eine Längsreihe von rechteckigen, stärker färbbaren Querstreifen oder Kästchen hinziehe, welche durch schmälere, nicht gefärbte Zwischenräume von einander getrennt werden. Auf der convexen Seite findet er eine Lage von Granulationen. Ich muss gestehen, dass ich ausser Stande bin, den von mir beobachteten Bau mit den Angaben Vignal's in Einklang zu bringen, doch habe ich keinen Grund desshalb, an den sehr deutlich gesehenen Verhältnissen zu zweifeln. Die Bauweise, welche sich aus meinen Untersuchungen ergibt, scheint zu beweisen, dass sich die Querstreifung der Bandgeissel nicht mit den complicirteren Einrichtungen des quergestreiften Muskels, sondern der Anordnung des Plasmanetzwerkes in den gewöhnlichen, glatten Muskelfasern vergleichen lässt, welche nach meinen Erfahrungen häufig dieselbe ist wie die der Concavseite der Bandgeissel. Dies Resultat harmonirt denn auch besser mit der allgemeinen Organisationsstufe, welche die Noctiluca erreicht.

Erst Huxley beobachtete deutlich, dass sich an der Basis der Bandgeissel, wo dieselbe in die Wände und den Boden des Peristoms übergeht, eigenthümliche Verhältnisse finden, von welchen auch schon Krohn etwas bemerkt hatte. Namentlich entdeckte ersterer den sogen. Zahn (14 a—c, Z), welcher in einem gewissen Zusammenhang mit der Tentakelbasis steht und schilderte denselben schon recht gut. Cienkowsky aber gab zuerst in seiner zweiten Abhandlung eine genauere Darstellung der ganzen Einrichtung, von welcher Robin's Schilderung nicht wesentlich abweicht. Zunächst bemerkt man, dass die beiden seitlichen Ränder der Bandgeissel, da wo sie die Körperwand erreichen, je in eine ziemlich rechtwinklig zu der Längsaxe des Peristoms verlaufende, schwache leistenartige Verdickung der Körperwand übergehen, die einen etwas geschwungenen Verlauf nehmen und sich endlich verschmälernd verlieren (14a, 14c, a u. bc). Weiter sieht man aber gewöhnlich von dem linken Basalrand der Bandgeissel noch eine zweite ähnliche Leiste entspringen (14c, b), welche ihren Verlauf nach der rechten Peristomwand nimmt und längs dieser hinzieht, um in den freien nach dem Peristominneren schauenden Rand der Zahnlamelle überzugehen. Eine ähnlich verlaufende Leiste wird zuweilen beschrieben, welche von der rechten Basis der Bandgeissel ausgeht, und parallel der ersteren verlaufend, sich gleichfalls zu der Zahnleiste begibt, um, wie es mir scheint, in die Basis derselben überzugehen. Alle geschilderten Leisten erscheinen etwas gelblich und wurden von Cienkowsky sehr unglücklich als Borsten bezeichnet. Robin hält sie für Verdickungen der Membran; ich glaube, dass sie wie die beiden Falten oder Leisten des Staborganes im wesentlichen auf einer Verdickung und schwachen Erhebung der protoplasmatischen Körperwand beruhen. Ob die nach dem Zahn sich begebenden

Leisten immer deutlich zu bemerken sind, scheint mir fraglich; an den conservirten Exemplaren, die ich untersuchte, war gewöhnlich nur sehr wenig von ihnen zu sehen und auch auf Cienkowsky's Abbildungen sind sie bald gezeichnet, bald dagegen nicht. Vielleicht sind es auch zeitweilige Faltenbildungen in der rechten Peristomwand, die das stärkere Hervortreten dieser Leisten bewirken.

Die schon erwähnte Zahnlamelle (z) wird durch eine protoplasmatische, lamellenartige Einwachsung der rechten Wand des Peristoms, etwa mitten zwischen der Basis der Bandgeissel und dem Vorderrand der Mundöffnung gebildet. Diese Lamelle läuft dem Peristomboden etwa parallel und ungefähr in halber Höhe zwischen Boden und äusserer Mündung. Sie erscheint, wenn man von oben in das Peristom blickt (14a u. c), gewöhnlich deutlich trapezförmig, mit längerer Basis und kürzerer freier Schneide, sowie zwei schief aufsteigenden Rändern, einem vorderen und einem hinteren. Die Ecken, welche die freie innere Schneide mit den beiden schiefen Rändern bildet, sind in zahnartige Spitzen ausgezogen und häufig erhebt sich zwischen diesen beiden Spitzen aus der Schneide noch ein mittlerer, etwas grösserer, an seinem Ende zweispitziger Vorsprung. Wie schon Huxley beobachtete, kann sich unter Umständen noch eine vierte Spitze des Zahnes entwickeln. Betrachtet man die Zahnlamelle im optischen Querschnitt, so ist zu sehen, dass sie ziemlich dick und etwas gegen den Boden des Peristoms gekrümmt ist. Der Zahn besteht, wie bemerkt, aus Protoplasma; ob sich an ihm eine Membran deutlicher wie an dem übrigen Körper unterscheiden lässt, lasse ich dahin gestellt. Die Streifung, welche Robin an ihm bemerkte, ist nichts weiter wie die fibrilläre Differenzirung seines Plasma, welche manchmal recht kenntlich hervortritt.

Dicht hinter dem Zahn und etwas tiefer wie derselbe entspringt eine ähnliche protoplasmatische leistenartige Hervorragung, die sogenannte Lippe (14a, l; 14c), welche Cienkowsky entdeckte; doch sah auch wohl Allman schon etwas von derselben. Das, was Krohn als Lippe bezeichnete, war wohl die Zahnleiste. Der Vorderrand der Lippe schliesst sich dicht an das Hinterende des Zahnes an. Wenn man von oben in das Peristom blickt, so erscheint sie als eine meist ziemlich halbkreisförmige Hervorragung, deren Hinterende die Mundspalte gewöhnlich etwas überdeckt. Nicht selten fand ich aber ihre Umrisse etwas unregelmässiger. Am Vorderrande der Lippe entspringt nun die kleine hintere Geissel oder Cilie (f), jedoch vermag ich ihre genaue Insertion nicht anzugeben und kann dieselbe auch nicht aus der, leider in vieler Hinsicht sehr unbestimmten Darstellung Cienkowsky's entnehmen. Jedenfalls liegt ihr Ursprung dicht bei oder an der Lippe, also auch dicht am Vorderrande der Mundspalte. Diese Geissel ist, wenn man ihre Lage einmal kennt, selbst bei gut conservirtem Material nicht schwer aufzufinden, doch bedurfte Krohn, wie Huxley und Cienkowsky mit Recht bemerken, einer sehr guten Beobachtungsgabe, um sie zum

ersten Mal wahrzunehmen. Dass sie Vignal und Stein vermissten, lag jedenfalls nicht an ihrem Material, sondern an ihnen selbst; beide haben übrigens auch weder den Zahn noch die Lippe erkannt und sind daher hinter den Forschern älterer Zeit weit zurückgeblieben.

Das Organ ist nach Art der gewöhnlichen Mastigophorengeisseln ein in der ganzen Länge gleich dicker Faden und reicht im gestreckten Zustand wohl etwas über das Vorderende des Peristoms hinaus. Ein solcher Verlauf nach der Basis der Bandgeissel ist ihr, wie es scheint, auch immer eigen, und da sie gewöhnlich nicht gestreckt, sondern in viele Wellen gelegt ist, so ragt sie aus dem Peristom nicht hervor, wodurch ihre Wahrnehmung erschwert wird.

Wir glauben am besten schon an dieser Stelle auf die Bewegungserscheinungen der beschriebenen Peristomorgane eingehen zu sollen. Die zuletzt beschriebene kleine oder hintere Geissel macht, ihrer Bildung entsprechend, Bewegungen gleich denen gewöhnlicher Geisseln; sie bestehen nach den Schilderungen der verschiedenen Autoren in Wellen, welche mehr oder weniger rasch, unter Umständen rapid, über sie hineilen — bald sehr zahlreiche kleine, bald wenigere und grössere Wellen. Es scheint, dass die Geissel abwechselnd thätig ist und ruht, denn einige Beobachter (Webb und West) betonen das Intermittiren der Bewegung besonders. Peitschenförmige Bewegungen scheinen gleichfalls vorzukommen, auch kann sich die Geissel unter Contraction zurückziehen und plötzlich wieder vorschnellen. Wie die Wellen über die Geissel verlaufen, ist aus den Schilderungen nicht bestimmt zu entnehmen; aus einer Bemerkung Cienkowsky's scheint hervorzugehen, dass sie von der Insertionsstelle nach dem freien Ende ziehen.

Die meisten Beobachter sind der Ansicht, dass die Geisselbewegungen die Zuführung von Nahrungskörpern zu der Mundöffnung bewirken. Bewegungen des Noctilucakörpers vermag die Geissel sicher nicht hervorzubringen. Dass sie mit der Athmung etwas zu thun habe, wie West auf Grund irrthümlicher Vergleiche anzunehmen geneigt war, entbehrt jeder Begründung.

Die Bewegungen, welche die Bandgeissel ausführt, werden von allen Beobachtern seit Suriray als sehr träge geschildert. Sie soll sich langsam nach den verschiedensten Richtungen biegen und wieder aufrichten, ohne dass der Körper eine Ortsveränderung erleide, sondern höchstens in ein Hin- und Herschwanken gerathe. Vignal zählte in der Minute etwa 5 Bewegungen. Mit der Angabe der meisten Forscher, dass Bewegungen nach den verschiedensten Richtungen ausgeführt werden können, harmonirt die Bemerkung Vignal's, dass die Contraction und Einbiegung stets nach der gestreiften Concavseite geschehe, nicht recht, dennoch mag dem so sein, da sich ja diese Seite durch eine besondere Plasmadifferenzirung auszeichnet und die Bandgeissel der getödteten Thiere stets nach dieser Seite eingerollt ist. Langsamer noch wie Contraction und Biegung soll nach Vignal die Streckung vor sich gehen, wobei noch

das Eigenthümliche beobachtet werde, dass sich zunächst das Ende der Geissel der Basis nähere, worauf erst die Ausstreckung erfolge. Unter Umständen kann sich auch die Bandgeissel so stark contrahiren und zusammenrollen, dass sie ganz in das Peristom tritt und scheinbar verschwindet. Selbst der restirende Stumpf einer abgebrochenen Bandgeissel soll sich nach Webb noch bewegen, sich jedoch rasch an der Basis ablösen. Dieser Beobachter findet die Bandgeissel überhaupt sehr zerbrechlich.

Da auch die Bandgeissel, wie bemerkt, ohne erheblichen Einfluss auf die Körperbewegungen ist, so vermuthen einige Beobachter (Krohn, Vignal), dass sie ebenfalls bei der Zufuhr grösserer Nahrungskörper zum Munde mitwirke, was auch möglich sein kann.

Nur Webb (23) will auch active Bewegungen des Zahns beobachtet haben; soweit ich die Mittheilung verstehe, soll sich derselbe abwechselnd gegen den Boden des Peristoms zu krümmen und wieder aufrichten. West (bei Brightwell 24) leugnet dagegen die selbstständige Bewegungsfähigkeit dieses Organes, doch sah er es wiederholt bei den Biegungen der Bandgeissel in passiver Bewegung. Es scheint mir übrigens nicht unmöglich, dass der Zahn gelegentlich auch activ bewegt wird, sein Bau wenigstens spricht eher für als gegen eine solche Thätigkeit.

Nachdem die Verhältnisse bei Noctiluca im Vorstehenden erörtert wurden, haben wir noch diejenigen von Leptodiscus zu betrachten. Wie früher bemerkt, wurde hier ein der Bandgeissel vergleichbares Organ nicht gefunden, dagegen der Repräsentant der hinteren Geissel, als ein in seiner ganzen Länge gleich dicker Geisselfaden (Taf. 50, Fig. 10d, f), der etwa die doppelte Länge der grössten Dicke der Leptodiscusscheibe erreicht. Diese Geissel entspringt auf der Ventralseite aus der engen röhrigen Einsenkung, welche Hertwig als Geisselscheide bezeichnete und die wir für das eigentliche Peristom halten möchten. Wo sie jedoch innerhalb desselben ihre Insertion findet, wurde bis jetzt noch nicht sicher ermittelt. Hertwig weist die Deutung dieser Röhre als Peristom hauptsächlich desshalb zurück, weil er sie zu eng für den Durchtritt von Nahrungskörpern hält. Da jedoch nur sehr kleine Nahrungskörper im Plasma beobachtet wurden und auch die hintere Geissel der Noctiluca in directer Beziehung zur Mundöffnung zu stehen scheint, muss ich einstweilen die hier gegebene Auffassung für wahrscheinlicher halten.

Rückbildung des Peristoms und seiner Organe beim Uebergang in den sog. Ruhezustand. Mit zahlreichen anderen Mastigophoren stimmt Noctiluca darin überein, dass ihre Bewegungsorgane nicht selten rückgebildet werden, resp. verloren gehen, wodurch ein Zustand hervorgerufen wird, den wir auch hier mit einigem Recht als einen ruhenden bezeichnen können. Ein wirklicher Ruhezustand, unter Bildung einer schützenden Cystenmembran, wurde aber bis jetzt bei Cystoflagellaten noch nie sicher beobachtet.

Die Vereinfachung der Organisation erstreckt sich bei der Bildung des Ruhezustandes nicht allein auf die Geisseln, sondern ergreift auch das gesammte Peristom und seine Organe, sowie das Staborgan. Indem sich alle diese Theile rückbilden, wird die Noctiluca zu einer regulär kugligen Blase ohne Andeutung der früheren Peristomeinsenkung; ihre Stelle wird nur noch durch das Centralplasma an der Wand der Blase bezeichnet. Das von letzterem ausstrahlende Plasmanetz erhält sich intact, wie natürlich auch der Nucleus.

Der genauere Vorgang bei der Ausbildung des Ruhezustandes wurde zuerst von Cienkowsky, dann auch von Robin etwas näher verfolgt, doch bleibt noch manches weiterer Aufklärung vorbehalten. Zunächst geht die Bandgeissel verloren. Robin scheint zu glauben, dass dieselbe abgeworfen werde, wie dies mit den Geisseln der Mastigophoren unter derartigen Verhältnissen gewöhnlich geschieht. Cienkowsky hat zwar einen solchen Vorgang bei der Bildung ruhender Zygoten durch Copulation zweier Individuen selbst beobachtet, wie später noch specieller dargelegt werden wird, dagegen bei dem Uebergange gewöhnlicher Individuen in den Ruhezustand die Einziehung der Geissel wahrgenommen. Dabei trat meist zunächst an einer Stelle der Bandgeissel eine Anschwellung auf, in deren Plasma die Querstreifung schwand, darauf verkürzte sich die Geissel allmählich und schrumpfte schliesslich zu einer Warze zusammen, welche endlich eingezogen wurde. Es liegt kein Grund vor, an dieser Darstellung Cienkowsky's zu zweifeln, so dass also sich bei den Cystoflagellaten zwei verschiedene Modi des Geisselverlustes finden.

Die Rückbildung des Peristoms geschieht, soweit bekannt, in der Weise, dass sich dessen Wände dicht zusammenlegen, worauf ihr Plasma verschmilzt; natürlich müssen dabei auch die übrigen Organe des Peristoms, der Zahn, die Basalleisten der Bandgeissel, die Lippe und die hintere Geissel wieder mit dem Centralplasma zusammenfliessen. Nur für die hintere Geissel könnte man auch an einen Verlust durch directes Abwerfen denken; specielle Angaben hierüber liegen nicht vor. Nach den Bemerkungen Robin's soll auch das Staborgan ganz eingehen, was wohl durch Einziehung der zu ihm tretenden Plasmafäden geschehen dürfte. Cienkowsky spricht sich darüber weniger bestimmt aus, dennoch bemerkt er, dass das Staborgan ganz „unmerklich“ werde.

Ruhende Noctilucen beobachtete zuerst Joh. Müller in Menge im Mittelmeer, doch sprach er mit grosser Bestimmtheit von einer glashellen Hülle, welche den eigentlichen Thierkörper umgebe. Er fasste sie dementsprechend auch als encystirte Formen auf. Kurz hierauf erwähnte auch Baddeley (24) das häufige Fehlen der Bandgeissel. Cienkowsky nimmt mit Bestimmtheit an, dass sich Müller's Beobachtung auf die geschilderten ruhenden Formen beziehe; ich muss dies zwar auch für das wahrscheinlichste halten, dennoch habe ich, wegen der so bestimmt angegebenen Cystenhülle, einige Zweifel, ob die von Müller gesehenen Zustände nicht einige Besonderheiten darboten.

Auf der Challengerexpedition wurden im offenen Ocean, in der Region der Passatwinde, grosse Mengen leuchtender Organismen beobachtet, welche Whywille Thomson u. Murray*)

---

*) Proceed. roy. soc. London. Bd. 24. 1876. p. 533.

für Diatomeen hielten und unter dem provisorischen Namen Pyrocystis kurz beschrieben, sowie z. Th. abbildeten. Eine Form derselben erhielt wegen ihrer grossen Aehnlichkeit mit Noctiluca den Speciesnamen „Pseudonoctiluca". Schon S. Kent (38) sprach die Vermuthung aus, dass dieses Wesen eine „encystirte Noctiluca" und identisch mit den von Müller beschriebenen Cysten sei. Auch ich muss mich dieser Ansicht anschliessen und kann noch bemerken, dass die Untersuchung einiger dieser angeblichen Pyrocysten, welche ich Murray verdanke, ergab, dass eine besondere Cystenmembran nicht vorhanden ist. Murray und Thomson wollten eine sehr zarte „kieselige" Hülle beobachtet haben, welche aber sicherlich fehlt, denn sie lässt sich weder direct sehen, noch bleibt bei der Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure die geringste Spur einer solchen zurück. Ich halte demnach Pyrocystis pseudonoctiluca für ruhende Noctilucen, wie sie oben beschrieben wurden. Auf der Abbildung, welche Murray's Mittheilung begleitet, ist übrigens auch eine Peristomeinsenkung zu sehen, woraus ich fast schliessen möchte, dass die Rückbildung der Organe bei den vermeintlichen Pyrocysten z. Th. noch nicht so weit gegangen war, wie gewöhnlich. Eine zweite langspindelförmige Pyrocystisart, welche gleichfalls leuchtete (P. fusiformis), möchte Kent als den encystirten Zustand von Leptodiscus deuten; ich kann mich mit dieser Auffassung nicht befreunden; eher wäre es möglich, dass diese Pyrocystis fusiformis die Cyste einer besonderen, bis jetzt noch unbekannten Cystoflagellate ist, vielleicht einer zwischen den Dinoflagellaten und den Cystoflagellaten vermittelnden Form, denn das langspindelförmige Gebilde, welches mit einer deutlichen Hülle versehen zu sein scheint, erinnert an die gehörnten Cysten der Dinoflagellaten.

Es scheint nicht zweifelhaft zu sein und stimmt auch mit den Erfahrungen an anderen Mastigophoren gut überein, dass die ruhenden Noctilucen unter Neuentwicklung der eingegangenen Organe wieder in den vollausgebildeten Zustand übergehen können. Robin hat die Neubildung der fehlenden Organe wenigstens ihrem Verlauf nach geschildert, hegt jedoch die Vorstellung, dass die blasigen Noctilucen, an welchen er dieselbe beobachtete, nicht ruhende rückgebildete Formen gewesen seien, sondern Entwicklungszustände von Schwärmern, welche ihre volle Ausbildung noch nicht erreicht hätten. Nach seiner Angabe schwankten die Durchmesser der fraglichen Noctilucen zwischen 0,15 und 0,9 Mm.; es waren also darunter solche, welche die Maximalgrösse der Noctiluca erreichten; dazu gesellt sich weiter der Umstand, dass zwischen diesen geissellosen Individuen auch solche aller Grössen vorhanden waren, die ihre volle Ausrüstung besassen; schliesslich werden wir später erfahren, dass die Schwärmer wahrscheinlich sehr frühzeitig ihre Bandgeissel entwickeln. Alle diese Punkte scheinen mir aber dafür zu sprechen, dass die Noctilucen, an welchen Robin die Neubildung der Theile verfolgte, nicht Jugendformen, sondern Ruhezustände waren.

Die Neubildung soll nun so verlaufen, dass zuerst ein neuer Mund entstehe, da wo das Centralplasma der Wand anliegt. Derselbe soll sich anfänglich als eine lineäre Runzelung („froncement linéaire") dieser Wandstelle zeigen, erst später treten die beiden den Mund begrenzenden Längsfalten (Lippen nach Robin) mehr auseinander. Die Mundbildung nehme ungefähr dreiviertel Stunden in Anspruch. Es wurde schon früher erwähnt, dass wir den Mund an einer anderen Stelle suchen wie Robin, desshalb halte ich es auch für etwas zweifelhaft, ob die eben kurz angedeutete Entwickelung des Mundes mit der Wirklichkeit harmonirt. Nach-

dem die Bildung des Cytostoms soweit fortgeschritten sei, folge gleich die Einsenkung des Peristoms, sowie die Bildung des Staborganes und der Bandgeissel, welch' letztere in derselben Weise hervorsprosst, wie bei den aus der Theilung hervorgegangenen Sprösslingen. Wir werden desshalb den Bildungsvorgang der Bandgeissel erst bei der Besprechung der Theilung, wo er von Robin genauer beschrieben wurde, darstellen. Die letzterwähnten Entwickelungsvorgänge sollen sich in nicht ganz einer Stunde vollenden.

4. Fortpflanzungserscheinungen.

Die in neuerer Zeit ausgeführten Untersuchungen haben zwei Fortpflanzungsweisen bei Noctiluca sicher gestellt, während die Vermehrung des Leptodiscus leider noch ganz im Dunkeln liegt. Der eine der Processe ist die einfache Zweitheilung, der andere ein Knospungsvorgang zahlreicher kleiner Schwärmer, welcher sich leicht auf rasch verlaufende, fortgesetzte und unvollständige Zweitheilung zurückführen lässt und der vielleicht mit vorhergehender Copulation in Verbindung steht.

A. Fortpflanzung durch Theilung.

Schon Quatrefages vermuthete eine solche Fortpflanzungsweise, da er eingeschnürte, anscheinend in Theilung begriffene Noctilucen fand. Da nun solche Zustände auch durch Copulation entstanden sein können, so lässt sich nicht mit Sicherheit behaupten, dass er thatsächlich schon Theilungen beobachtete. Sicherer scheint dies für die Beobachtungen Krohn's. Derselbe beschreibt zwar die Theilung, welche er öfter gesehen haben will, nicht näher, führt aber an, dass er schon vor der Verdoppelung des Peristoms und seiner Organe zwei Kerne gefunden habe, was wohl nur bei Theilzuständen beobachtet werden dürfte. Etwas genauere Darstellungen und Abbildungen verdanken wir Baddeley (mitgetheilt von Brightwell), doch haben die neueren Beobachtungen Robin's ziemlich sicher erwiesen, dass nicht alle von Baddeley abgebildeten angeblichen Theilungsstadien als solche betrachtet werden können, dass vielmehr die geschilderten Anfangsstadien (speciell Fig. 5) wahrscheinlich eine Art eigenthümlicher Doppelthiere waren, wie sie nach Robin's Erfahrungen auch bei Noctiluca vorkommen. Baddeley wollte die Theilung sowohl bei gewöhnlichen, mit allen Organen ausgerüsteten, wie bei der Bandgeissel entbehrenden Noctilucen gefunden haben, und wenn seine Darstellung der Anfangsstadien richtig wäre, so müsste die Theilung der Noctiluca als eine quere aufgefasst werden. Nun wies aber Robin überzeugend nach, dass die Theilung in der Längsrichtung geschieht, welcher Umstand wohl seine Deutung der von Baddeley beobachteten Anfangsstadien bestärkt. Auch Cienkowsky konnte Theilung beobachten, gab davon aber leider nur eine so kurze Notiz, dass aus derselben wenig mehr als eine Bestätigung der Angaben Baddeley's zu entnehmen ist. Auch er will die Theilung bei normalen und bei ruhenden Exemplaren gefunden haben;

bei den letzteren sollen die beiden Bandgeisseln der Sprösslinge schon vor „dem Schlusse der Theilung“ gebildet werden. Letztere Theilzustände waren demnach wohl identisch mit den gleich zu erwähnenden, welche Robin genauer schildert. Bei den sich theilenden gewöhnlichen Individuen will Cienkowsky dagegen schon „gleich am Beginne der Einschnürung eine doppelte Zahl der erwähnten Organe“ gefunden haben. Leider vermissen wir auch bei ihm eine Angabe über die Lage der Theilebene zu den Körperregionen.

Wie bemerkt, veröffentlichte Robin die genauesten Mittheilungen über die Theilung, doch lassen sich seine Angaben nicht ganz mit denen der früheren Beobachter vereinigen. Nach ihm soll die Theilung stets im geissellosen Zustand geschehen, da der Vorgang durch ein Verschwinden des Peristoms eingeleitet würde („effacement, d. h. also wohl durch eine Ausebenung desselben, so dass seine Wände nun einen Theil der ganz kuglig gewordenen Körperoberfläche bilden). Ebenso verschwindet die hintere Geissel und nach einiger Zeit auch die Bandgeissel sammt ihren Leisten und der Zahn, doch scheint sich der Verlust der ersteren zuweilen etwas zu verzögern. In welcher Weise die Bandgeissel schwindet, blieb unklar, doch vermuthet Robin, dass sie abgeworfen werde. Der Mund aber soll sich erhalten und dieser Umstand allein würde einen Unterschied gegen den ruhenden Zustand bilden. Gleichzeitig strecken sich die so zur Theilung vorbereiteten Thiere in der Queraxe etwas in die Länge. Obgleich nun Robin mit grosser Bestimmtheit versichert, dass nur in dieser Weise rückgebildete Individuen in Theilung eingingen, möchte ich es, in Anbetracht der Angaben Cienkowsky's, doch für möglich halten, dass auch Theilungen bei Individuen vorkommen, welche die Bandgeissel besitzen; wir wissen ja, dass auch bei den übrigen Mastigophoren Theilungen im ruhenden und im beweglichen Zustande bei einer und derselben Form stattfinden können.

Der weitere Fortschritt zeigt sich zunächst durch eine Theilung des Kernes innerhalb des Centralplasmas. Die Kerntheilung verläuft nach dem bei der Knospenfortpflanzung zu schildernden, indirecten Schema. Nachdem sich die beiden Tochterkerne getrennt haben, rücken sie quer zur Längsaxe der Noctiluca auseinander und gleichzeitig beginnt auch das Centralplasma sich in die Quere zu strecken und trennt sich schliesslich durch Ein- und Durchschnürung in zwei, nur noch durch einige Filamente verbundene Antheile, die beiden Centralplasmapartien der Töchter. Letztere entfernen sich aber in der Querrichtung nicht weit von einander, so dass sie auch an den schon weit gesonderten Sprösslingen am einen Ende der Theilebene dicht gegenüber stehen (Taf. 49, 14f u. Taf. 50, 1c). Die Theilung des Centralplasmas erfordert ungefähr eine Stunde. Ziemlich gleichzeitig mit der Kerntheilung beginnt die Einschnürung des Noctilucakörpers, welche sich nach Robin zuerst in einer Depression auf der Rückseite, gegenüber dem früheren Peristom, bemerkbar machen soll. Hierauf tritt eine ringförmige Furche auf; wie es scheint, gleichzeitig in

der ganzen Medianebene und dringt allmählich tiefer und tiefer (Taf. 49, 14 f—g, u. Taf. 50, 1 c), so dass die Durchschnürung des Körpers nach Verlauf von ein bis anderthalb Stunden vollendet ist. Während des Durchschnürungsprocesses sollen sich die beiden Sprösslinge abwechselnd etwas von einander entfernen und wieder zusammendrängen.

Die Lage der Theilebene ist, wie bemerkt, eine solche, dass sie den Mund, wenn sich derselbe nach Robin's Angabe wirklich dauernd erhält, der Länge nach durchschneiden muss, demnach der eine Seitenrand des Mundes dem einen, der andere dem anderen Individuum verbleibt, wie auch Robin direct angibt. Die eigentliche Trennung beider Sprösslinge verläuft etwas verschieden, indem entweder zuerst im Centrum der Theilebene ein stärkeres Auseinanderweichen derselben eintritt und nach der Peripherie fortschreitet oder die Trennung von der Peripherie nach dem Centrum vor sich geht.

Wir haben nun noch die Neubildung des Peristoms und seiner Organe an den Sprösslingen zu verfolgen. Nachdem die Durchschnürung des Körpers zum mindesten zu dreiviertel vollendet ist, bildet sich zunächst an jedem der Sprösslinge die Anlage einer neuen Bandgeissel. Zuerst erhebt sich aus dem Centralplasma jedes Sprösslings, etwas vor der neuen Mundspalte, ein Fortsatz, welcher über die Oberfläche als ein etwas länglicher, fersenähnlicher Vorsprung emporragt. Ein wenig „unterhalb“ dieses Vorsprunges, doch mit ihm in directem Zusammenhang, wächst nun ein zweiter, erst kegelförmiger und dann an seinem freien Ende abgerundeter Fortsatz hervor (s. Taf. 50, 1 a u. b), durch dessen Mitte sich eine dunkle Linie erstreckt, welche, wie die weitere Entwickelung zeigt, darauf beruht, dass der Fortsatz etwa die Bildung einer Oese hat, deren beide Enden in dem erstgenannten Vorsprung (ba, f. 16) wurzeln. Die dunkele Linie ist eben der Ausdruck der Oesenöffnung. Indem der oesen- oder schleifenartig zusammengekrümmte Fortsatz sich durch Auswachsen immer mehr erhebt, sondern sich seine beiden Schleifenhälften mehr und mehr von einander und es ist bald zu erkennen, dass die eine Hälfte dicker ist wie die andere. Endlich verliert das Basalende der dünneren Hälfte seinen Zusammenhang mit dem fersenartigen Vorsprung (ba); die so als zusammengekrümmte Schleife entstandene Bandgeissel streckt sich und geräth bald in langsame Bewegungen. Noch mehrere Stunden bewahrt ihr Plasma den undifferenzirten Zustand des Centralplasmas, aus dem es hervorging; dann erst tritt allmählich die Querstreifung hervor, indem sie zunächst an der Geisselbasis bemerkbar wird und allmählich gegen das freie Ende fortschreitet.

Aus dem fersenartigen Vorsprung (ba), der sich zu dieser Zeit gleichfalls verändert, da er fast farblos wird, scheint der basale Stützapparat der Bandgeissel und wohl auch der Zahn hervorzugehen, doch konnte die Bildung dieser Einrichtungen nicht genauer verfolgt werden, da sich jetzt auch das Peristom einsenkt und diesen Theil mit in die Tiefe nimmt. Das Auswachsen der Bandgeissel zur definitiven Länge scheint dem

Berichteten zufolge stets erst nach der Isolirung der Sprösslinge zu geschehen, zuweilen besitzen die sich trennenden Sprösslinge sogar nur die Anlagen der Bandgeisseln.

Wie schon oben bemerkt wurde, beschreibt Robin auch Doppelindividuen der Noctiluca, wie sie uns ähnlich schon bei den anderen Abtheilungen der Mastigophoren begegneten. Auf 1000 gewöhnliche Individuen fand er ein solches Doppelwesen. Da jedoch nicht bemerkt wird, ob diese Doppelindividuen längere Zeit unverändert verfolgt wurden, so halte ich ihre Deutung für noch nicht unbedingt gesichert, obgleich ich nicht verkenne, dass mir Robin's Ansicht als die natürlichste erscheint. Diese Individuen übertreffen die gewöhnlichen an Grösse nicht, sind jedoch etwas in die Länge gezogen, ungefähr eiförmig. Der Körper selbst ist ganz einheitlich ohne Andeutung einer Sonderung in zwei Individuen; seine Doppelnatur spricht sich nur durch die Gegenwart zweier Centralplasmapartien, sowie zweier Peristome und der damit zusammenhängenden Organe aus. Diese Organe sind so orientirt, dass die beiden durch sie angedeuteten Noctilucenindividuen eine gemeinsame Medianebene besitzen, und zwar geht letztere durch die Längsaxe des eiförmigen Körpers. An jedem Pole des Körpers findet sich ungefähr die Mitte eines Peristoms und beide Peristome etc. sind gleich gelagert, so dass also das Staborgan jedes Peristoms nach der Bandgeissel des benachbarten zieht. Bei diesen Lagerungsverhältnissen erscheint es natürlich, dass sich die beiden Tentakel auf entgegenstehenden Hälften des ovoiden Körpers finden.

Aus vorstehender Schilderung, die, wie ich hoffe, der Natur entspricht — die Beschreibung Robin's ist leider etwas kurz und auch die Abbildung lässt einige Zweifel zu — ergibt sich, dass ein solches Doppelindividuum nicht wohl durch gewöhnliche Längstheilung entstanden sein kann; die Anordnung der Organe lässt sich allein bei der Voraussetzung eines Quertheilungsprocesses verstehen. Da nun ein solcher weder bei reifen Noctilucen noch bei den Knospen und Schwärmern constatirt wurde, so sind einige Zweifel hinsichtlich der Deutung dieser Doppelwesen vielleicht nicht ganz ungerechtfertigt. Wie bemerkt, sucht Robin auch die Mehrzahl der von Baddeley abgebildeten Theilungszustände als solche Doppelwesen zu deuten, doch stimmen B.'s Figuren 6 und 8 im Allgemeinen so wenig mit dem Bau des von Robin abgebildeten Doppelindividuums überein, dass ich es vorziehen möchte, hinsichtlich derselben bei der Deutung Baddeley's zu beharren, wenn diese Zustände auch mit wohlausgebildeten Bandgeisseln dargestellt sind.

Robin glaubt die geschilderten Doppelwesen aus Knospen herleiten zu dürfen, welche ihre letzte Theilung nicht erfahren hätten, betont jedoch selbst, dass er derartige Knospen nicht beobachtet habe. Obgleich ich es noch für fraglich halte, ob die Doppelnatur dieser Formen schon im Knospenzustand angelegt wird, glaube ich doch hervorheben zu müssen, dass nach unseren Erfahrungen über ähnliche Bildungen ihre Entstehung

jedenfalls nicht auf eine unterbliebene, sondern auf eine nicht vollendete Theilung zurückzuführen sein dürfte.

B. Knospenfortpflanzung und Copulation bei Noctiluca.

Ein Stadium des jetzt zu betrachtenden Knospungsprocesses wurde schon im Jahre 1851 von Busch beobachtet, doch blieb ihm dessen Bedeutung unklar; er hegte sogar noch Zweifel an seiner Zugehörigkeit zu Noctiluca. Es war ein Exemplar mit entwickelter Scheibe von Schwärmeranlagen.

Ganz unrichtiger Weise wird gewöhnlich Gosse (20) die erste Beobachtung der Knospung zugeschrieben; was derselbe sah, hat jedenfalls nichts damit zu thun. Er beobachtete im Innern der Noctiluceu zuweilen gelbliche Kugeln mit einem röthlichen Kern und sah einmal, dass eine solche Kugel aus dem Peristom entleert wurde. Desshalb erklärte er die Kugeln für Keime oder Eier; sicherlich waren sie aber nur Nahrungskörper.

Erst Cienkowsky erkannte im Jahre 1871 den Knospungsprocess genauer, ermittelte gleichzeitig das Vorkommen von Copulation und machte es recht wahrscheinlich, dass letztere mit dem Knospungsprocess in Zusammenhang stehe. Einige Jahre später konnte er diese Vorgänge durch fortgesetzte Untersuchungen erheblich besser darstellen, und die wichtigen Beobachtungen Robin's klärten den Process noch in vielen Punkten genauer auf. Da Cienkowsky, wie bemerkt, der Ansicht ist, dass die Schwärmerbildung „in hohem Grade von der vorangehenden Copulation abhängig zu sein scheine", so wird es am Platze sein, wenn wir zunächst einen Blick auf den Copulationsvorgang werfen.

Schon Webb (23) fand nicht selten zwei aneinanderhängende Noctilucen; wie er sich ausdrückt, in „Apposition", doch wollte er an denselben keine Anzeigen von „Conjunction" beobachtet haben, was wohl heissen soll, dass er keine Verschmelzung derselben wahrnahm und den Vorgang nicht für eine Copulation hielt. Cienkowsky verfolgte aber die Copulation zweier Individuen direct unter dem Mikroskop und fand, dass sowohl gewöhnliche wie ruhende Exemplare verschmelzen können. Dabei legen sich beide Individuen in Gegenstellung mit den beiden Peristomen aufeinander, oder, wenn es sich um ruhende handelt, mit den dem ehemaligen Peristom entsprechenden Stellen der Körperwände, also denjenigen, wo sich das Centralplasma findet. Die Berührungsstelle scheint namentlich im letzteren Fall, eine recht kleine zu sein, was auch bei der vollkommenen Kugelgestalt ruhender Individuen erkärlich ist. Es bildet sich dann bei solchen Paaren zunächst eine ganz kleine Communicationsstelle zwischen den beiden Centralplasmen, indem sich ein schmaler Plasmastrang zwischen letzteren ausspannt. Von einer Auflösung der Wand (Cienkowsky) wird nach unserer Vorstellung vom Bau derselben nicht die Rede sein können. Auch mehrere solche Communicationen können sich gleichzeitig bilden. Die Verschmelzung der Wände schreitet

nun von dieser Stelle aus nach der Peripherie der einander zugewendeten Kugelhälften weiter fort, so dass bisquitförmige Copulationsproducte entstehen; schliesslich verbinden sich beide Individuen zu einer einfachen Kugel, indem sich ihre Centralplasmen vereinigen und auch die beiden Kerne, wie es scheint, immer zu einem einzigen zusammentreten. Der Vorgang der Verschmelzung scheint bei den mit den Peristomen aneinandergehefteten, normalen Individuen im Allgemeinen derselbe zu sein, nur ist die Berührung hier von Anfang an eine ausgedehntere (Taf. 50, f. 1 d). Dabei ebnen sich die beiden Peristome aus und die Bandgeisseln gehen ebenso wie die übrigen Peristomorgane verloren; die ersteren scheinen entweder eingezogen oder abgeworfen zu werden; hinsichtlich der übrigen Organe ist Näheres unbekannt. Die weitere Verschmelzung verläuft in der schon bei der Copulation ruhender Individuen geschilderten Weise. Nicht selten vollzieht sich der Verschmelzungsprocess auch etwas unregelmässig, so dass auf gewissen Stadien desselben nicht bisquitförmige sondern unregelmässig gelappte Verschmelzungsproducte beobachtet werden. Der ganze Vorgang nimmt einen Zeitraum von 5 bis 6 Stunden in Anspruch.

Robin vermochte die Copulation nicht zu verfolgen, er sah zwar einige Male Anfangsstadien derselben, konnte jedoch eine weitere Verschmelzung nicht nachweisen; er enthielt sich daher auch eines Urtheils über die Beziehung der Copulation zum Knospungsprocess.

Folgende Gründe sprechen nun dafür, dass die Knospung hauptsächlich an den Copulationsproducten (Zygoten) eintritt. Einmal zeigt sich dieser Fortpflanzungsprocess nur an ganz kugligen Individuen von der Beschaffenheit der ruhenden und auch die Zygote besitzt ja diese Bildung; ferner sind die knospenden Individuen gewöhnlich besonders gross (nach Robin sehr selten unter 0,5 Mm.) und wenigstens nach Cienkowsky's Erfahrungen häufig etwas eingekerbt oder gelappt, was, wie die Grösse, auf ihr Hervorgehen aus Copulation hinweist. Bei directer Verfolgung der Zygoten konnte Cienkowsky jedoch während dreier Tage keine Veränderungen beobachten, welche auf Knospung hindeuteten.

Wenn demnach auch manches dafür spricht, dass eine Beziehung zwischen Copulation und Knospung besteht, so sind die Untersuchungen doch bis jetzt noch ungenügend, um solches direct zu erweisen und jedenfalls werden wohl auch gewöhnliche ruhende Individuen Knospen hervorbringen können.

Nach Robin's Versicherung soll der Knospungsprocess die häufigste Fortpflanzungsweise der Noctiluca sein, und zwar zählte er ein knospendes Individuum auf ungefähr 200—300 gewöhnliche. Diese Angaben harmoniren aber nicht recht mit der späteren, dass man unter 1—200 gewöhnlichen Thieren meist einem in Theilung begriffenen begegne. Wenn ich diese Bemerkungen richtig verstehe, so wäre doch die Theilung etwas häufiger wie die Knospung.

Der Vorgang der Knospung verläuft nun, wenn wir die Erfahrungen der beiden Beobachter, welche denselben verfolgten, möglichst zusammenfassen, in folgender Weise. Das Centralplasma, welches einer beschränkten Stelle der Körperwand anliegt, wölbt sich etwas empor, so dass es wie ein niederer Hügel auf der Kugeloberfläche vorspringt. Hierauf theilt sich der Kern und ziemlich gleichzeitig damit sondert sich auch das Centralplasma in zwei Hügel, die etwas auseinander rücken. Die Theilung des Zellkörpers schreitet aber nicht über dieses Stadium fort, sondern die beiden Hügel bleiben, ebenso wie die weiteren Theilproducte derselben, durch den übrigen, nicht getheilten Kugelkörper mit einander vereinigt. Der ganze Vorgang bietet also die grösste Analogie mit der Erscheinung der partiellen und speciell der discoidalen Furchung eines Metazoëneies, wie die weitere Darstellung deutlich ergeben wird. Bezüglich dieser Herleitung des Knospungsprocesses von unvollständiger Theilung ist es noch von besonderem Interesse, dass Cienkowsky in seiner ersten Arbeit einige Stadien mit 2 und 4 Hügeln abbildet, wo die Einsenkungen zwischen den Hügeln sich in Gestalt ringförmiger Furchen über den gesammten Körper des knospenden Thieres fortsetzen. Auch auf dem Fig. 7 unserer Taf. 50 nach Cienkowsky abgebildeten Individuum ist eine viertheilige Beschaffenheit des Körpers noch zu erkennen, obgleich schon 16 Hügel gebildet sind. Es scheint mir hiernach, dass wenigstens in den Anfangsstadien die Theilung zuweilen auch auf den gesammten Körper etwas übergreift, doch scheinen sich die Furchen bald wieder zu verlieren. Robin ewähnt nichts von einer derartigen Erscheinung.

Nach Sonderung zweier Hügel beginnen dieselben bald unter erneuter Kerntheilung je in zwei neue zu zerfallen, wobei ihre Theilebene sicher senkrecht zu der ersten steht (Taf. 50, Fig. 3). Hierauf erfolgt die Theilung der Hügel in 8, dann in 16, 32 und durch fortschreitende Zweitheilung schliesslich in eine sehr grosse Zahl kleiner Hügel oder Knospen, welche, wenn keine Unregelmässigkeit in der Entwickelung stattgefunden hat, als eine abgerundet vierseitige Scheibe über die Oberfläche der Noctiluca hervorragen (50, Fig. 6). Diese Scheibe soll etwa ein Drittel bis ein Viertel der Kugeloberfläche einnehmen, was mir aber nach den Abbildungen zu hoch gegriffen erscheint, wahrscheinlich bezieht sich diese Angabe auf die sichtbare Kugeloberfläche, also nur die Hälfte der gesammten. Die Scheibe bedeckt demnach einen viel ansehnlicheren Theil der Oberfläche als das Centralplasma ursprünglich einnahm, was auf Verhältnissen beruhen dürfte, die gleich zur Sprache gebracht werden sollen.

Die Zahl der durch fortgesetzte Theilung gebildeten Knospen soll nach Robin gewöhnlich auf 512, seltener nur 256 anwachsen, diese Zahlenangaben scheinen aber nur auf Grund der Annahme regelmässig fortschreitender Zweitheilung berechnet zu sein. 256 ist die Zahl, welche bei der 8., 512 diejenige, welche bei der 9. Theilstufe erreicht wäre. Da nun aber sowohl aus Cienkowsky's wie Robin's Angaben hervorgeht, dass

die Theilungen, wenn die Zahl der Knospen eine höhere geworden ist, ziemlich unregelmässig und durchaus nicht mehr simultan fortschreiten, so werden wohl auch keine so regelmässigen Knospenzahlen gebildet werden. Ungefähr mögen dieselben richtig sein, da die reifen Knospen keine sehr beträchtlichen Grössenunterschiede zeigen.

Namentlich aus Cienkowsky's Darstellung scheint hervorzugehen, dass das durch den Körper verbreitete Plasma im Laufe der Knospung allmählich mehr und mehr mit dem Centralplasma zusammentritt, denn er betont speciell, dass die knospenden Noctilucen sehr inhaltsleer erschienen, was wohl nur in dieser Weise zu deuten ist. Bei Robin findet sich keine dahin zielende Angabe; doch scheint mir der beträchtliche Umfang, welchen die Knospenscheibe erreicht, gleichfalls dafür zu sprechen. Jedenfalls bleibt aber das Plasmanetz der Körperwand intact.

Jeder Theilvorgang nimmt nach Robin etwa 1—1½ Stunden in Anspruch und der gesammte Process bis zur Reifung der Knospen ca. 11 bis 12 Stunden. Indem wir auf die Einzelheiten des Theilungsvorganges etwas näher eingehen, beansprucht zunächst die von Robin genauer verfolgte Kerntheilung unser Interesse. Cienkowsky glaubte noch, dass der Kern vor Beginn der Knospung verschwinde. Die Kerntheilung verläuft, wie es scheint, stets in derselben Weise, wurde aber nur bei den Anfangsstadien genauer erkannt. Der Vorgang ist dem der indirecten Theilung im wesentlichen analog. Der Kern streckt sich zunächst zu einem kurzen Cylinder mit abgerundeten Enden in die Länge und nimmt eine gleichmässig feinkörnige Beschaffenheit an. Wie diese Structur aus der des ruhenden Kernes hervorgeht, blieb unermittelt; Robin hält ja den ruhenden Kern bekanntlich für structurlos. Hierauf wird die Mittelregion des Cylinders sehr fein längsstreifig (Taf. 50, Fig. 2a), was jedenfalls, wie auch Robin bemerkt, von feinen, längsgerichteten Fibrillen (Spindelfasern) verursacht wird; die beiden abgerundeten Enden behalten aber ihren feinkörnigen Character. Von Verdickungen oder ähnlichen Erscheinungen an den Spindelfasern, welche auf die so allgemein verbreitete Kernplatte bezogen werden könnten, wurde nichts beobachtet, doch möchte ich glauben, dass das Stadium, welches eine solche zeigt, übersehen wurde und dass alle von Robin abgebildeten Kerne schon weiter fortgeschrittene Zustände repräsentiren, wo nämlich die Kernplattenelemente schon an die Pole der Kernspindel gerückt und zur Anlage der Tochterkerne zusammengetreten sind.

Die körnigen Enden des Kerncylinders, die Anlagen der Tochterkerne, setzen sich nun bald kuglig von dem sie verbindenden Faserband ab (Fig. 2b) und letzteres verschmälert sich in der Mitte schon etwas. Während diese Verschmälerung allmählich noch weitere Fortschritte macht, verlängert sich das Band der Spindelfasern noch mehr und krümmt sich endlich ziemlich beträchtlich bogenförmig (2c—2d). An einem der schon ziemlich scharf kuglig abgegrenzten Tochterkerne ist mittlerweile eine eigenthümliche Erscheinung hervorgetreten, indem derselbe an

der nach dem anderen Kern schauenden Hälfte, also da, wo er mit den Spindelfasern zusammenhängt, einen ziemlich tief gehenden Einschnitt zeigt, d. h. die Anlage dieses Kernes weist eine stark nierenförmige Einkrümmung auf (2b). Bald verschmelzen nun die sich berührenden zusammengekrümmten Enden dieser Kernanlage mit einander, wobei der Einschnitt natürlich verschwindet, indem sich nur ein Rest desselben als eine helle Cavität im Centrum dieses Kernes noch längere Zeit erhält (2c—e). Während nun die beiden Tochterkerne an Volum zunehmen, nimmt das Band der Spindelfasern ab, indem seine Masse wahrscheinlich allmählich in die Kerne aufgenommen wird. Schliesslich wird seine Continuität in der Mitte unterbrochen; seine Reste hängen noch wie Schwänze den Tochterkernen an (2e) und schwinden endlich völlig.

Diese Darstellung wird es rechtfertigen, den beschriebenen Kerntheilungsvorgang in die Kategorie der indirecten einzureihen. Interessanter Weise zeigt er manche Anklänge an die Kerntheilung eines anderen Protozoon, welche R. Hertwig*) neuerdings beschrieb, des Actinosphaerium Eichhorni nämlich.

Einmal ist hier der Vorgang der äusseren Umgestaltung des Kernes während der Theilung im wesentlichen derselbe, worauf zwar kein grosser Werth zu legen ist, namentlich wiederholt sich aber hier die beschriebene Entstehung der Tochterkerne durch nierenförmige Zusammenkrümmung und schliessliche Verschmelzung ihrer Anlagen. Die Anlage der Tochterkerne geht bei Actinosphaerium aus den auseinandergerückten Hälften der ursprünglich einheitlichen Kernplatte hervor, welche sich mit je einer der an den Polen der Spindel entstandenen sog. Polplatten vereinigen. Die Natur dieser Polplatten wurde bis jetzt noch nicht genügend aufgeklärt. Auf dieser Bildung der Tochterkerne beruht die wesentliche Analogie mit dem Vorgang bei Noctiluca, denn ausser bei den beiden genannten Protozoën wurde ein solcher bis jetzt nirgends beobachtet. Wegen dieser Analogie möchte ich aber annehmen, dass sich jener Bildungsvorgang auch bei Noctiluca nicht auf den einen Tochterkern beschränkt, was von vornherein recht unwahrscheinlich ist; die oben ausgesprochene Vermuthung über das wahrscheinliche Auftreten einer Kernplatte bei der Theilung der Noctilucakerne, stützt sich gleichfalls auf die geschilderten Analogien.

Robin beschreibt ferner ein eigenthümliches Verhalten des den Kern umschliessenden Centralplasmas bei der Theilung, doch bin ich unsicher, ob ich seine Darstellung desselben ganz verstanden habe. Um den cylindrisch gewordenen Kern soll das Plasma anfänglich eine nicht sehr dicke ovale Umhüllung bilden (Fig. 2a), welche den vorspringenden Hügel formirt. Um dieses Plasma breitet sich in der Wand der Noctiluca eine ziemlich breite Zone feiner Plasmanetzmaschen aus, von welchen sich die centralen allmählich mehr zusammendrängen und mit dem den Kern einschliessenden centralen Plasma zusammenschmelzen.

Dieses centrale Plasma macht bei der Theilung im Allgemeinen dieselben Gestaltsveränderungen durch wie der Kern und wird endlich bisquitförmig (2b), so dass es die Spindelfasern nur noch als eine sehr dünne Schicht umgibt. Wenn dieser Zustand eingetreten ist, bildet sich in einer gewissen Entfernung vom centralen Plasma durch Zusammenfluss der engen Netzmaschen eine Zone dichten Plasmas (2c—d), welche sich bei

*) Die Kerntheilung bei Actinosphaerium Eichhorni. Jena 1884 (Unters. z. Morphol. und Physiol. der Zelle von O. und R. Hertwig, 1. Hft.).

dem Fortschreiten der Kerntheilung ebenfalls bisquitförmig einschnürt. Indem sich also die drei genannten Plasmazonen mit dem Kern theilen, ist jeder Tochterkern kurz nach seiner Isolirung (etwa Fig. 2 d) zunächst von einer Lage dichten Centralplasmas umgeben, worauf eine Zone von Netzmaschen folgt und schliesslich wieder eine ringförmige schmale Zone dichten Plasmas. Nun zieht sich aber bald die Zone der Netzmaschen mehr und mehr zusammen, so dass endlich eine vollständige Vereinigung der drei Zonen zu einem den Tochterkern umgebenden Centralplasma erfolgt (2 e); letzteres bildet dann den Tochterhügel. Dieser Vorgang soll sich bei jeder Theilung, also sicher wenigstens den anfänglichen, wo die Verhältnisse besser zu beobachten sind, wiederholen. Das Wesen des ganzen Prozesses scheint mir aber darin zu bestehen, dass successive neues Plasma aus der Umgebung den Tochterhügeln zugeführt wird, was im Allgemeinen schon oben angedeutet wurde.

Die entstandenen Tochterhügel besitzen in den jüngeren Stadien eine eigenthümlich gefurchte Oberfläche (Fig. 3). Die ziemlich tief einschneidenden und durch rippenartige Erhebungen gesonderten Furchen haben einen etwas unregelmässigen Verlauf und sind an zwei aus der Theilung hervorgegangenen Schwesterhügeln schief zu einander gestellt, „wie wenn die Segmentation das Resultat einer Torsion wäre" (Robin). Die Furchenbildung tritt nach Robin von der Viertheilung an deutlich hervor und schwindet etwa bei der Theilung von 64 zu 128 Knospen.

Selbst bei Gegenwart zahlreicher Knospen bemerkt man häufig noch eine Zusammengruppirung derselben in Vierzahl, in Gruppen, welche aus der Theilung eines ursprünglichen Hügels hervorgingen (50, Fig. 7), doch wurden auch gelegentlich Gruppen von 16 Hügeln beobachtet.

Wenn die Theilung bis zu 32 Knospen gelangt ist, tritt zuerst eine Abschnürung derselben gegen den unterliegenden Mutterkörper auf, doch kommt es zunächst noch nicht zur Bildung eines verengten Stielchens. Bei der ferneren Vermehrung der Knospen schreitet die Abschnürung weiter fort und die reifen Knospen sind nur noch durch ein sehr zartes, angeblich aus „amorpher Substanz" bestehendes Stielchen an der Mutterblasenwand befestigt (Robin).

Nach der Bildung von 64 oder mehr Knospen treten die zugehörigen Kerne ins Innere des Knospenplasmas völlig ein; es mag dies wohl mit der Abschnürung der Knospen zusammenhängen, denn dass letztere unter nochmaliger radiär gerichteter Theilung des Kernes verlaufe, scheint in den Beobachtungen keine Stütze zu finden. In den früheren Stadien des Knospungsprocesses dagegen liegt der Kern, resp. seine Theilproducte stets in der innersten Schicht des Centralplasmas, von dem Zelllumen nur durch eine dünne Plasmaschicht geschieden (Robin). Sind die Knospen einmal von der Wand des Mutterkörpers etwas abgeschnürt, so sieht man bei ihrer weiteren Theilung eine Furche auf ihrer distalen Fläche entstehen, welche allmählich gegen die Basis durchschneidet. Die

zwei aus der Theilung entstandenen Knospen liegen zunächst, zwei Kaffeebohnen ähnlich, mit ihren abgeplatteten Flächen dicht aneinander.

Nach Bildung der fertigen Zahl von Knospen erhalten dieselben ihre definitive Gestalt, indem sich ihr distales Ende zuspitzt, während das noch am Stielchen befestigte, proximale abgerundet erscheint (Figg. 4—6). Die eine Seitenfläche ist etwas concav ausgehöhlt, die andere convex vorgewölbt. In jeder Knospe bemerkt man deutlich den Kern als einen runden hellen Fleck.

Bevor wir die specielle Ausbildung der reifen und der abgelösten Knospen oder Schwärmer schildern, haben wir noch gewisse Unregelmässigkeiten im Entwicklungsgange kurz zu betrachten. Cienkowsky will nämlich bei der Bildung sehr grosser und individuenreicher Knospenscheiben einen etwas anderen Vorgang beobachtet haben. Soweit ich seine wenig klare Schilderung zu verstehen vermag, wäre der Process etwa folgender. Die Knospen entstehen nicht durch fortgesetzte Theilung weniger Hügel, sondern es bildet sich zuerst ein centraler „Hügelkranz“ der Scheibe (wie, ist nicht genauer angegeben); hierauf „scheidet“ sich das umgebende Plasma in eine Anzahl „Klumpen,“ welche, indem sie sich „ausstülpen,“ einen zweiten, den centralen umgebenden Hügelkranz bilden. Durch Fortsetzung dieses Processes bilden sich successive neue und immer umfangreichere Kränze von Hügeln. Dabei sammelt sich das übrige Plasma der Noctiluca allmählich an der in Entwicklung begriffenen Scheibe an und tritt, wie es scheint, endlich völlig in deren Bildung ein. Bei dieser Gelegenheit bemerkt C. endlich noch: „Bei häufig vorkommendem abnormen Laufe der Entwicklung entstehen entweder wurmartige Wucherungen, welche durch Abschnürung und Theilung normal gebaute Zoosporen geben, oder die Hügel werden in einem gedrängten Haufen angesetzt“. Robin hat von solchen Unregelmässigkeiten nichts bemerkt.

Auch die Gestalt der ausgebildeten Scheibe ist recht variabel. Wie schon bemerkt wurde, besitzt sie gewöhnlich einen vierseitigen Umriss mit abgerundeten Ecken (Fig. 6); nicht selten finden sich aber auch ovale, herzförmige und unregelmässigere. Cienkowsky fand auch Scheiben, welche den Mutterkörper gürtelförmig umzogen (Fig .5); Robin beobachtete solche nicht.

Die definitive Reifung der Knospen vollzieht sich hauptsächlich dadurch, dass sie die noch fehlende Geissel entwickeln. Letztere wächst aus der concaven Knospenseite hervor und bleibt unbeweglich, bis sie etwa die doppelte Länge des Körpers erreicht (Fig. 4). Sie wächst dann allmählich zur definitiven Länge, welche die des Körpers 6 bis 7fach übertrifft, aus. Das Hervorwachsen der Geissel nimmt etwas weniger wie eine Stunde in Anspruch. Cienkowsky glaubt beobachtet zu haben, dass die centralen Knospen der Scheibe zuerst Geisseln bilden, während die peripherischen noch in Theilung begriffen sind und folgert hieraus, dass die Reifung überhaupt von dem Centrum nach der Peripherie der Scheibe fortschreite. Robin leugnet dies und lässt alle Knospen gleich

zeitig diese Entwicklungsstufe erreichen. An der ausgebildeten Scheibe sind alle Geisseln in lebhafter Thätigkeit, ohne aber den Mutterkörper in Bewegung zu setzen.

Nach völliger Ausbildung der Geissel lösen sich die Knospen als Schwärmer ab und zwar gewöhnlich einzeln, successive da und dort, so dass die Scheibe allmählich unregelmässige Lücken aufweist, bis die Ablösung vollständig geworden ist. Doch scheinen sich nach Robin's Erfahrungen einige Knospen gewöhnlich nicht abzutrennen, welche dann bald zu Grunde gehen. Unter dem Einfluss ungünstiger Verhältnisse kommt es auch vor, dass sich die ganze Knospenscheibe im Zusammenhang vom Mutterkörper abtrennt (Cienkowsky und Robin). Nach ihrer Lösung ballt sich die Scheibe zu einem rundlichen Körper zusammen, welcher trotz der energischen Geisselschwingungen der Knospen nicht in Bewegung geräth; schliesslich lösen sich letztere aber aus ihrem Zusammenhang und werden frei.

Leider blieb die Frage, was aus dem restirenden Mutterkörper wird noch unerledigt. Derselbe ist seines Plasmas nicht ganz beraubt, weist vielmehr nach Robin an der Stelle der früheren Scheibe eine sehr dünne Lage von solchem auf, von welcher auch einige zarte Fäden durch die Zellsafthöhle ausstrahlen. Kerne sollen ihm ganz fehlen und wenn dies richtig ist, so dürfte er wohl sicher bald zu Grunde gehen, was ja auch als das natürlichste erscheint.

Der Bau der isolirten Schwärmer. Die Länge der Schwärmer schwankt von 0,016 bis 0,020 Mm.; ihre allgemeine Gestalt ist deutlich bilateral, also verschieden nach der Richtung, in welcher man sie betrachtet. In seitlicher Lage (8 b, 8 d) erscheint der Schwärmer etwa bohnenförmig mit ziemlich zugespitztem Hinterende, während das Vorderende breit abgerundet ist. Die Rückseite ist gleichmässig gewölbt, die Bauchseite dagegen in den hinteren zwei Dritteln schwach löffelförmig ausgehöhlt, ihr vorderes Drittel wie die Rückseite convex vorgewölbt (8 d). Der concave Theil der Bauchseite wird seitlich je von einem ziemlich scharfen Rand begrenzt; diese beiden Ränder stehen vorn, am Beginn der Aushöhlung, etwa um die ganze Körperbreite von einander ab und convergiren nach hinten allmählich, um am Hinterende spitz zusammenzulaufen (s. den Holzschn. auf pag. 1083). Die gesammte Aushöhlung erscheint daher in gewissen Ansichten wie ein dreieckiges, eigenthümliches Organ der Bauchseite, welches von Cienkowsky wohl nicht ganz richtig aufgefasst wurde, da er es als Stachel bezeichnete (s. Figg. 8 a—b u. e, s) und gewöhnlich nicht ausgehöhlt, sondern etwas convex vorgewölbt abbildete; auch springt es auf seinen Abbildungen mehrfach am Hinterende frei und spitzig vor (8 a u. e), was vielleicht gelegentlich der Fall sein kann, da sich bekanntlich das Staborgan der ausgebildeten Noctiluca, welches jedenfalls mit dem sogen. Stachel identisch ist, manchmal ähnlich verhält. In Bauch- oder Rückenansicht erscheint der Schwärmer nach Robin breit eiförmig (8 c) mit hinterem breiterem und vorderem mehr verschmälertem Ende. Cien-

kowsky gibt dagegen eine beträchtliche Verbreiterung des Hinterendes nicht an, dasselbe erscheint auf seinen Abbildungen sogar manchmal verschmälert. Die vordere Grenze der ventralen Aushöhlung wird durch eine quere Furche bezeichnet, welche nach Robin von der etwas stärkeren Vorwölbung des davor gelegenen Theils der Bauchseite verursacht wird (8d und Holzschnitt). Nach diesem Forscher soll jene Furche auf die Bauchseite beschränkt sein, während sie auf Cienkowsky's Abbildungen z. Th. auch auf den Rücken übergreift, also den Körper mehr oder weniger vollständig umzieht. In der Querfurche entspringt auf der Bauchseite die sehr ansehnliche Geissel; nach Robin ziemlich in der Mittellinie der Bauchseite, nach Cienkowsky gewöhnlich auf der rechten Seite, an dem vorderen Rande der Aushöhlung.

Hinsichtlich der inneren Verhältnisse des Schwärmers ist zunächst hervorzuheben, dass derselbe aus einem gleichmässigen gelblichen, nicht vacuolisirten Plasma besteht. In der hinteren Hälfte findet sich der helle, schwach granulirte (Robin) und relativ ansehnliche Kern (n), der in der Bauch- oder Rückenansicht kreisrund, in der Seitenansicht nierenförmig gekrümmt erscheint, mit concaver Bauchseite. Der Ventralseite des Kernes soll nach Robin eine nicht sehr ansehnliche contractile Vacuole (8e, cv; auch 8d) angelagert sein, deren Zusammenziehungen sehr langsam erfolgen; Cienkowsky hat von einer solchen nichts wahrgenommen.

Endlich hätten wir noch eines Organes zu gedenken, das Cienkowsky nicht immer, aber doch nicht gar selten an den Schwärmern beobachtete. Es ist ein dicht neben der Geissel entspringender, ziemlich dicker und, wie es scheint, drehrunder Faden (8b, a), welcher von der vorderen Körperhälfte ausgehen soll. Er erreichte häufig eine dem Schwärmer etwa gleichkommende Länge und hatte zuweilen ein knöpfchenartig angeschwollenes Ende. Ich versuchte schon früher (40) diesen Anhang als die Bandgeissel zu deuten und werde darauf gleich zurückkommen. Robin hat nie etwas von ihm gesehen.

Die Bewegungen erfolgen stets mit dem sog. Vorderende voran, entweder mehr gleitend auf der Unterlage oder freischwimmend; die Geissel ist also bei den Bewegungen nach hinten gerichtet.

Leider gelang es noch nicht, die Entwickelung der Schwärmer zur ausgebildeten Noctiluca direct zu verfolgen. Es dürfte jedoch wenig zweifelhaft sein, dass dieselben ohne weitere Complicationen, wie etwa Copulation, ihre Entwickelung durchlaufen. Robin vermuthet in kleinen Noctilucen von 0,15 Durchmesser, welche im Allgemeinen die Organisation ruhender Formen darboten, solche Entwickelungszustände, woraus er weiter schliessen will, dass die Geissel der Schwärmer nicht direct in die ihr ähnliche hintere Geissel der Noctiluca übergehe und dass ebensowenig der von Cienkowsky beobachtete Anhang die Bandgeissel sein könne. Beides erachte ich für unbegründet, da nicht der geringste Beweis vorliegt, dass diese kleinen Noctilucen

einfache Weiterentwickelungszustände und nicht, was viel wahrscheinlicher ist, kleine ruhende Formen waren.

Das Einzige, was uns einen gewissen Anhalt zur Beurtheilung der weiteren Entwickelung gibt, ist Cienkowsky's Beobachtung, dass die Schwärmer, noch bevor sie die Mutterscheibe verlassen, zuweilen Veränderungen erleiden, welche jedenfalls, mögen sie nun normal oder anormal sein, denen ähnlich sein dürften, die sie bei der Entwickelung zur ausgebildeten Noctiluca durchmachen.

Zunächst sind diese ovalen bis kugligen oder auch unregelmässiger aufgeblähten Schwärmer grösser wie die gewöhnlichen, was z. Th. auf der Entwickelung einer noch wenig umfänglichen Zellsafthöhle beruht, durch die häufig schon eine Anzahl Plasmazüge strahlen, von der als Centralplasma an einer Wandstelle verbliebenen Hauptmasse des Plasmas ausgehend. Das stabartige Organ auf der Bauchseite des Schwärmers hat sich viel deutlicher zu einem dem Staborgan der Noctiluca ähnlichen Gebilde umgestaltet, es erscheint relativ schmäler und wird auch von Cienkowsky z. Th. bestimmt als Rinne dargestellt. Die Querfurche ist bei der Aufblähung des Körpers geschwunden; die Insertion der Geissel findet sich an der Stelle, wo das Centralplasma der Wand anliegt und in der früheren Beziehung zum Vorderende des Staborgans, dagegen ist der Ursprung der Bandgeissel nun beträchtlich vor den der Geissel gerückt, was mit den Verhältnissen bei der ausgebildeten Noctiluca übereinstimmt. Aus dem Angeführten möchte ich daher schliessen, dass uns diese abnormen Bildungen einiges von dem weiteren Entwicklungsgang der Schwärmer verrathen und dass wir hiernach zu folgenden Annahmen über die Beziehungen zwischen den Verhältnissen des Schwärmers und denen der ausgebildeten Noctiluca berechtigt sind. Die Aushöhlung auf der Bauchseite des Schwärmers, der sog. Stachel Cienkowsky's, entspricht dem Staborgan plus der Peristomeinsenkung, die Querfurche schwindet zum grössten Theil und erhält sich vielleicht nur noch in Andeutung als der vordere quere Rand der Peristomeinsenkung. Die Geissel des Schwärmers entspricht der hinteren der ausgebildeten Noctiluca und der sog. Anhang deren Bandgeissel.

F o r t p f l a n z u n g v o n L e p t o d i s c u s. Leider wurde bis jetzt nichts genaueres über die Vermehrung dieser interessanten Form bekannt, doch gelang es H e r t w i g gleichzeitig mit den Leptodisceen einige Organismen zu finden, die er mit ziemlicher Berechtigung als Entwicklungsformen derselben beansprucht. Dass sie auf Theilzustände von Leptodiscus zurückzuführen seien, wie er vermuthet, halte ich für unwahrscheinlich, möchte vielmehr annehmen, dass sie Uebergangsstufen von Schwärmern zu entwickelten Formen darstellen. Gewisse in neuester Zeit von Pouchet (41) gemachte Beobachtungen vermögen diese Absicht vielleicht zu unterstützen, doch wollen wir zunächst die von Hertwig entdeckten Organismen betrachten.

Es waren dies eiförmige bis etwas vierseitige, zuweilen in der Mittelregion stundenglasförmig eingeschnürte Körper (T. 50, 10h), über deren Grösse leider keine Angaben vorliegen. Auch wurden gelegentlich ähnliche Gebilde beobachtet, bei welchen ein Theil des Körpers schon scheibenförmig war, also auch in der Gestalt eine Annäherung an Leptodiscus verrieth. Ungefähr im Centrum liegt ein ovaler, gleichmässig fein-granulirter Kern, dessen Körnchen bei gewissen Formen eine eigenthümliche Anordnung in verschiedenartig verlaufenden Zügen zeigten, wesshalb ich es für wahrscheinlich halte, dass der eigentliche Bau des Kernes sich dem der Dinoflagellatenkerne nahe anschliesst. Um diesen Nucleus findet sich ein centrales Plasma, von welchem zahlreiche verästelte und anastomosirende Plasmazüge ausstrahlen, die durch den Zellsaft zur Wand treten. Letztere soll nach Hertwig wie bei Leptodiscus von einer besonderen Membran gebildet werden. Bei einem der Körper besass das Centralplasma die Gestalt eines etwas fibrillären Stranges, der sich in der stundenglasförmigen Einschnürung zwischen den Körperwänden ausspannte (Fig. 10h).

Die Plasmaeinschlüsse bestanden zunächst bei allen beobachteten Varietäten aus homogenen farblosen Körperchen, die mit denen übereinstimmten, welche früher bei Leptodiscus erwähnt und den Dotterplättchen der Fische verglichen wurden. Diese Körperchen waren theils durch das ganze Plasma verbreitet, theils dagegen in der einen Hälfte des stundenglasförmigen blasigen Körpers zu einem von einer doppelten Körnchenreihe gebildeten Ring unter der Körperwand aneinandergereiht; bei einem Exemplar zeigte sich die wichtige Erscheinung, dass statt dieses Ringes eine deutliche schmale Querfurche den Körper äusserlich umgürtete, an deren beiden Rändern die Körnchen hinzogen. Weiter enthielt nun das Plasma bei einigen Formen rundliche und ovale Körperchen, „deren Farbe von dem eigenthümlichen Gemisch von gelb, grün und braun gebildet wird, das bei vielen Diatomeen vorkommt", also sehr wahrscheinlich Chromatophoren; andere dagegen enthielten zahlreiche schwefelgelbe Kugeln, welche den gelben Zellen der Radiolarien sehr glichen, sich aber durch ihre Kernlosigkeit von denselben unterschieden; endlich fanden sich auch Exemplare, welche gar keine gefärbten Körper besassen.

Während nun ein Theil dieser Organismen ganz starr und gestaltsbeständig war, zeigten die chromatophorenführenden sehr eigenthümliche Bewegungen. In der einen Hälfte des eingeschnürten Körpers verkürzten sich die Plasmazüge allmählich und strömten in die andere Hälfte über; die erstere wurde daher kleiner und ihre Körperwand schrumpfte zu einem gefalteten oder zerknitterten Anhang an der stark aufgeblähten anderen Hälfte zusammen. Hierauf trat eine umgekehrte Strömung ein, mit Aufblähung der geschrumpften Hälfte und Zusammenfall der anderen. Dies wechselnde Hin- und Herströmen des Plasmas wiederholte sich mehrfach.

Ich halte es nun für möglich, dass ein neuerdings von Pouchet (41) beobachteter Organismus in naher Beziehung zu den eben geschilderten steht. Pouchet fand denselben bei Concarneau im atlantischen Ocean und nannte ihn, da er einerseits Beziehungen zu den Cystoflagellaten, andererseits auf einem gewissen Stadium grosse Uebereinstimmung mit der Dinoflagellatengattung Gymnodinium aufweist, Gymnodinium pseudonoctiluca. Dass derselbe mit Noctiluca zusammenhängt, scheint ausgeschlossen, weil letztere während der ganzen Beobachtungszeit nicht vorkam, ferner aber auch desshalb, weil seine ursprünglichsten Zustände, die mit den Schwärmern von Noctiluca verglichen werden könnten, viel grösser wie die letzteren sind, nämlich eine Länge von 0,1 Mm. erreichen. Der ursprünglichste Zustand des sogen. Gymnodinium pseudonoctiluca ist nun auch einem gewöhnlichen Gymnodinium äusserst ähnlich. Ein im Allgemeinen länglich cylindrischer Körper wird durch eine schmale Querfurche in eine beträchtlich kleinere Vorder- und eine grössere Hinterhälfte getheilt; erstere ist kegelförmig zugespitzt, die hintere abgerundet. Die beiden ventralen Enden der Querfurche sind stark nach hinten gebogen und gehen in eine sehr wenig ausgeprägte Längsfurche über, in welcher ganz hinten ein recht ansehnliches Flagellum entspringt. In der Querfurche soll sich eine Quergeissel finden, von welcher aber auf den Abbildungen nichts zu sehen ist. In der hinteren Körperhälfte findet sich der runde und angeblich ganz homogene, structurlose Kern, von welchem das Plasma in strahligen Zügen zu der Körperwand ziehe. Es scheint aber auf diesem Stadium eine solche Anordnung des Plasmas noch wenig hervorzutreten, sie ist übrigens auch auf den weiteren Entwicklungsstadien nur äusserst mangelhaft angedeutet. Im Plasma finden sich braungrünliche Granulationen, von wohl chromatophorenartiger Beschaffenheit, gelbe bis orangefarbige Bläschen und grüne spindelförmige Körperchen.

Die nächste Weiterbildung dieses Organismus besteht darin, dass er sich unter Zunahme des Zellsaftes mehr aufbläht, wobei die kegelförmige Bildung des Vorderendes in eine abgerundete übergeht und auch die Längsfurche zu verstreichen scheint. Gleichzeitig kommt letzteren Formen eine gewisse Beweglichkeit zu, welche an die der fraglichen Leptodiscuszustände erinnert. Namentlich kann die Vorderhälfte mehr oder weniger eingezogen werden, doch auch an dem übrigen Körper treten lokale Retractionen auf, wodurch derselbe unregelmässig faltig werden kann. Dieser Zustand leitet in einen folgenden über, der sich durch ziemlich vollständige Einziehung der Vorderhälfte characterisirt, wobei die Querfurche erhalten bleibt. In letzterer Ausbildungsform erinnern die fraglichen Gebilde recht lebhaft an gewisse Formen der von Hertwig beobachteten Organismen, speciell an solche mit einer deutlichen Querfurche; auch die Anordnung des Plasmas und die Einschlüsse sind ja sehr ähnlich. Das eigenthümlichste des letzterwähnten Stadiums ist aber die Entwicklung eines an die Bandgeissel der Noctiluca erinnernden Organes,

das sich aus der Gegend der Längsfurche, ein wenig hinter deren Zusammentritt mit der Querfurche erhebt. Nur einmal wurde dieses unbewegliche Organ, welches aus granulirtem Plasma bestand, in ansehnlicherer Entfaltung, von etwa Körperlänge gesehen, gewöhnlich erschien es als ein verkümmerter Anhang, der nach der Meinung Pouchet's wohl wieder zu Grunde geht. In der Querfurche soll neben dieser Bandgeissel die Quergeissel noch vorhanden gewesen sein. Die ursprüngliche Längsgeissel wird übrigens auf keinem der späteren Stadien mehr abgebildet, ich halte es desshalb auch für sehr unwahrscheinlich, dass die Bandgeissel wie Pouchet eventuell annehmen möchte, auf die Längsgeissel zurückzuführen sei. Wäre die Bandgeissel wirklich neben der Quergeissel vorhanden und gibt man die Homologie der ersteren mit der der Noctiluca zu, so könnte man daraus folgern, dass meine Homologisirung der ersteren mit der Quergeissel der Dinoflagellaten falsch sein müsse. Doch können mich Pouchet's Abbildungen zunächst noch nicht von der Richtigkeit seiner Angabe überzeugen; auch wäre es ja möglich, dass die Bandgeissel als Ersatz einer ursprünglichen Quergeissel auftritt und daher unter Umständen einige Zeit mit letzterer zusammen vorhanden sein kann, da wir ja wissen, dass Geisseln im Leben mehrfach rück- und wieder neugebildet werden können.

Wenn nun unsere Vermuthung, dass das von Pouchet beschriebene Gymnodinium pseudonoctiluca eventuell als Schwärmer in den Entwicklungsgang des Leptodiscus oder doch einer vielleicht noch unbekannten Cystoflagellate gehört, richtig ist, so würden sich hieraus zwei wichtige Folgerungen ergeben: einmal, dass die Ableitung der Cystoflagellaten von Dinoflagellaten ganz gesichert erschiene und zweitens, dass wahrscheinlich auch bei Leptodiscus vorübergehend ein der Bandgeissel entsprechendes Gebilde auftrete.

5. Systematisches und Verwandtschaftsbeziehungen.

Obgleich es kaum nöthig erscheint, glaube ich doch hier kurze Diagnosen der beiden Gattungen beifügen zu sollen, indem dieselben Manchem vielleicht nicht unerwünscht sind.

Noctiluca Suriray 1816 (bei Lamarck Aminaux s. vertèbres Bd. II. pag. 470).

Synon.: Medusa sp. Slabber (3), Macartnay (7); Slabberia Oken.

Gestalt kuglig oder nahezu kuglig (bis 1 Mm. und etwas mehr Durchmesser). Peristom lang und schmal, ziemlich tief eingesenkt und auf seinem Grunde eine langspaltenförmige Mundöffnung, welche direct in das dem Peristomgrund anliegende Centralplasma führt. Letzteres wenig entwickelt, von ihm strahlen zahlreiche, sich in ihrem Verlauf zur Körperwand verästelnde und anastomosirende Plasmazüge aus, welche durch den klaren und ungefärbten Zellsaft treten. Hinter dem Peristom erstreckt sich in der Medianebene das sogen. Staborgan; im Vorderende des Pe-

ristoms findet sich die Bandgeissel und etwas dahinter an der rechten Peristomwand der Zahn und die Lippe. In der Gegend der letzteren entspringt die hintere oder kleinere Geissel. Bewegungen sehr schwach. Fortpflanzung durch Längstheilung und einen eigenthümlichen Knospungsprocess.

Wahrscheinlich nur 1 Art. Kosmopolit.

Gelegentlich wurden neben der gewöhnlichen N. miliaris unserer Meere noch andere Species beschrieben, die jedoch vorerst sämmtlich keinen Anspruch auf Anerkennung erheben können. Es wurde schon früher angegeben (p. 1052), dass die von Busch unterschiedene Noctiluca punctata nicht von der gewöhnlichen zu trennen ist. Giglioli unterschied neben miliaris zwei weitere Arten, homogenea und pacifica, welche nicht nur in der Farbe ihres Lichtes, sondern auch im anatomischen Bau und in der Grösse von der ersteren merklich differirten. Da jedoch Abbildungen derselben fehlen und die kurzen Beschreibungen kein besonderes Vertrauen erwecken, so halte ich es für mehr als zweifelhaft, ob diese Arten begründet sind.

Leptodiscus R. Hertwig 1877 (34).

Gestalt scheibenförmig, einer flachen kleinen Meduse sehr ähnlich (Durchmesser bis 1,5 Mm.). Centraltheil des Plasmas im Centrum der concaven Scheibenfläche (Dorsalseite); von demselben breitet sich ein feines Netzwerk von Plasmafäden an der concaven Scheibenwand bis zur Peripherie aus. Von diesem Netz steigen nach der convexen Scheibenseite zahlreiche, gewöhnlich verästelte Plasmafäden auf. Die klare, ungefärbte Zwischenmasse zwischen diesen Fäden ist gallertartig. Auf der convexen Scheibenseite findet sich excentrisch eine tiefe, schief zum Centralplasma absteigende Einsenkung (Cytostom Hertwig; Homologon des Staborgans nach mir). Auf der gegenüberliegenden Hälfte dieser Scheibenseite liegt eine zweite, eng-röhrige Einsenkung, die gleichfalls bis zum Centralplasma reicht und aus welcher eine mässig lange feine Geissel hervortritt (Homologon der hinteren Geissel der Noctiluca). Eine Bandgeissel fehlt (ob immer?). Bewegung sehr energisch. Fortpflanzung unsicher. 1 Art. Mittelmeer.

Nur andeutungsweise glauben wir hier bemerken zu sollen, dass die vor einigen Jahren von Künstler*) als naher Verwandter der Noctiluca aus süssem Wasser beschriebene Künkelia gyrans nicht hierhergehört, ja kein Protozoon ist, wie Künstler mittlerweile selbst zugegeben hat. Dies zu erwähnen, zwingt mich nur der Umstand, dass die Künkelia schon in Darstellungen der Protozoënkunde Aufnahme gefunden hat**).

Da wir schon in der historischen Einleitung die Anschauungen der älteren Forscher über die Verwandtschaftsverhältnisse und die systematische Position unserer Gruppe berücksichtigten, so können wir hinsichtlich derselben auf jenen Abschnitt verweisen. Ich bemerke nur noch, dass

*) Bullet. soc. zoologique de France 1882, vergl. hierüber auch Bütschli, Zoolog. Anzeiger 1882. p. 679 und Künstler ibid. 1883. p. 168.

**) So z. B. in Lanessan, Traité de Zoologie. T. I. Protozoaires.

V. Carus für Noctiluca eine besondere Klasse errichtete (Myxocystodea), welche er an die Spitze der Protozoa stellte und Häckel zum ersten Male unsere Formen unter der Bezeichnung Cystoflagellata als besondere Ordnung seiner Flagellata (Mastigophora) aufführt, dass schliesslich Robin geneigt scheint, Noctiluca in eine besondere Abtheilung der Infusorien (Infusoria tentaculata) zu reihen, wohin er auch noch gewisse Suctoria zieht. Bestimmend ist für ihn der Tentakel (Bandgeissel), den er als etwas ganz besonderes auffasst und, wie es scheint, mit den Tentakelbildungen mancher Suctorien (Acinetina) vergleichen möchte*).

Unsere Aufgabe wird es in diesen Zeilen noch sein, die in neuerer Zeit von verschiedenen Seiten betonten Beziehungen unserer Gruppe zu den Dinoflagellaten etwas eingehender zu erläutern, als dies schon in früheren Kapiteln geschehen ist.

Wie bemerkt, wies zuerst Allman auf die Beziehungen der Dinoflagellaten zu Noctiluca hin, doch hob ich schon anderwärts (40) hervor, dass sich der von ihm gezogene Vergleich im Wesentlichen nur auf das Vorkommen einer Längsfurche und einer aus ihr entspringenden Geissel bei beiden Formen stützte. Unter diesen Umständen ist es leicht verständlich, dass die Idee Allman's keine grosse Verbreitung fand, um so mehr, als er speciell sein Peridinium uberrimum zum Vergleich heranzog, das mit einem allseitigen Cilienkleide versehen sein sollte, wie wir früher sahen (p. 957). Kent (37) äusserte sich ähnlich wie Allman und betonte namentlich auch die Uebereinstimmung beider Abtheilungen im Leuchtvermögen; jedenfalls hat er aus Allman geschöpft. In seinem System aber gab er diesen Beziehungen keinen Ausdruck, denn er stellte unsere Abtheilung als Familie der Noctilucidae zwischen die Familien der Euglenidae und Chrysomonadidae in seine Ordnung der mundführenden Flagellaten.

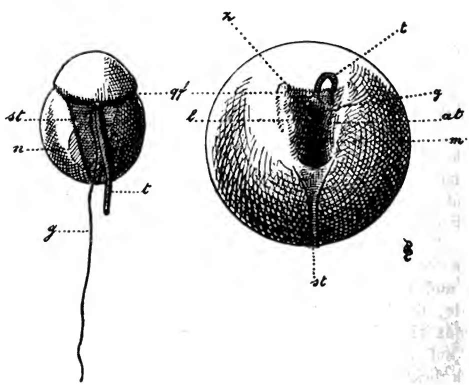
Im Jahre 1883 sprachen sich Pouchet und Stein energisch für eine nahe Verwandtschaft der beiden Abtheilungen aus. Ersterer bemühte sich namentlich Beziehungen zwischen Peridinium divergens und Noctiluca nachzuweisen und vermuthete, dass die Noctilucen ein peridiniumartiges, mit Hülle versehenes Jugendstadium durchliefen. Folgende Gründe schienen ihm namentlich für die Verwandtschaft beider Abtheilungen zu sprechen. Bei beiden fänden sich „dieselben physikalisch-chemischen Charactere der lebenden Substanz, dieselbe Gegenwart einer „lacune aqueuse“ und von carminrothen bis gemsfarbigen Tröpfchen; dieselbe Asymmetrie, durch Torsion bewirkt, dasselbe Hervorragen einer Lippe, die Existenz eines Flagellums und Leuchtvermögen.“ Ausserdem wies er noch auf eine gewisse Uebereinstimmung in der Gestaltung der seit Busch bekannten, in Regeneration begriffenen Noctilucen mit Peridinium divergens hin, Beziehungen, welche wir nicht für begründet erachten können, da man um sie anzunehmen, die Noctilucen in eine

*) S. Journ. anat. et physiologie 15. Ann. 1879, p. 536.

Stellung bringen muss, welche nach unserer Auffassung gerade um 180 Grad gegen die übereinstimmende Orientirung mit den Dinoflagellaten verdreht ist. Dass ich die übrigen im Vorstehenden von Pouchet namhaft gemachten Vergleichspunkte nicht für beweisend erachten kann, habe ich schon hervorgehoben (40) und will hier nicht weiter darauf eingehen, da sie der Leser selbst beurtheilen wird.

Stein wollte, wie schon bei früherer Gelegenheit bemerkt wurde, Noctiluca mit einigen echten Dinoflagellaten (Pyrophacus und Ptychodiscus) zu der Familie der Noctilucidae vereinigen, welche er unter die Dinoflagellaten (seine arthrodele Flagellaten) aufnahm. Mit Klebs (s. Dinofl. 44) musste ich schon betonen (vergl. pag. 935), dass ich diese Vereinigung von Pyrophacus und Ptychodiscus mit Noctiluca für unrichtig halte, doch kann ich mit ersterem nicht so weit gehen, die Beziehungen der Dinoflagellaten zu Noctiluca überhaupt in Abrede zu stellen, halte dieselben im Gegentheil für begründet.

In seiner neuesten Publikation gelangte Pouchet (41) zu einer etwas veränderten Auffassung der Beziehungen unserer beiden Abtheilungen, wesentlich auf Grund des von ihm entdeckten sogen. Gymnodinium pseudonoctiluca, das wir oben beschrieben (s. p. 1078) und mit Pouchet für den Jugendzustand einer Cystoflagellate, wenn auch sicher nicht den der Noctiluca beanspruchen. Jetzt möchte Pouchet die Verwandtschaft zwischen Noctiluca und Peridinium divergens fallen lassen und an deren Stelle eine solche mit Gymnodinium setzen. Doch geht er



Erklärung des Holzschnittes. Links Schema eines Schwärmers (Ventralansicht) nach den Darstellungen von Cienkowsky und Robin; rechts Schema der ausgebildeten Noctiluca in gleicher Orientirung, so dass die Beziehungen der Organe beider Zustände zu einander sich von selbst ergeben.

auch hier meines Erachtens wieder zu weit, indem er Noctiluca direct in die Gattung Gymnodinium einreihen will, wenn diese Beziehungen sich bestätigen sollten.

Etwa gleichzeitig mit der neuesten Arbeit Pouchet's habe auch ich eine ähnliche Ansicht zu erweisen gesucht, indem ich mich darzulegen bemühte, dass die Schwärmer von Noctiluca, wie sie uns durch die Untersuchungen Cienkowsky's und Robin's bekannt geworden sind, einen dinoflagellatenartigen Bau besässen.

Der nebenstehende Holzschnitt wird diese Vergleichung rechtfertigen. Wir erinnern uns aus der früher gegebenen Beschreibung des Schwärmers, dass derselbe eine Querfurche (qf) besitzt, ähnlich der der Dinoflagellaten und eine über die Bauchseite der hinteren Körperhälfte hinziehende, nach hinten sich verschmälernde Aushöhlung (st), welche der Längsfurche der Dinoflagellaten gleich zu setzen sein dürfte. Auf der Bauchseite entspringen an der Querfurche die nach hinten gerichtete Geissel (g) und zuweilen das von uns als Anlage der Bandgeissel gedeutete Organ (t). Dass die ersterwähnte Geissel der Längsfurchengeissel der Dinoflagellaten entspricht, kann keinem Zweifel unterliegen und ebenso halte ich es, wie früher bemerkt, für wahrscheinlich, dass dieselbe in die hintere Geissel der ausgebildeten Noctiluca übergeht. Dann spräche aber manches dafür, dass die Bandgeissel der Querfurchengeissel der Dinoflagellaten zu homologisiren sei, worauf auch die bandförmige Structur der ersteren bei manchen Dinoflagellaten hinweist. Pouchet ist hinsichtlich dieser Vergleichung der Geisseln anderer Meinung. Da er neben dem rudimentären Tentakel seines Gymnodinium pseudonoctiluca noch eine Quergeissel beobachtet haben will, so möchte er den Tentakel oder die Bandgeissel auf die Längsgeissel der Dinoflagellaten zurückführen. Ich bemerkte schon (p. 1079), dass ich einstweilen bei meiner Anschauung verbleiben muss. Wir haben auch erfahren, dass Robin bei den Noctiluca-Schwärmern eine contractile Vacuole beobachtete, welche sich sehr langsam zusammenzieht. In letzterer Hinsicht sowohl, wie in ihrer Lage stimmt dieselbe mit der Vacuole der Dinoflagellaten gut überein.

Auf die angedeutete Vergleichung der Noctiluca mit den Dinoflagellaten gründet sich auch die Orientirung, welche wir den Cystoflagellaten gegeben haben und welche von der früherer Autoren wesentlich abweicht. Dass wir in dieser Beziehung das richtige trafen, ergibt sich vielleicht aus einem Umstande, auf welchen ich erst später aufmerksam wurde. Bei seinem A m p h i d i n i u m l a c u s t r e beschrieb Stein vorn, an dem rechten Rand der Längsfurche einen leistenartigen Vorsprung, welcher wohl ein Aequivalent des Zahnes der Noctiluca sein könnte und dessen Lage nach unserer Orientirung der Noctiluca genau mit der des Zahns derselben übereinstimmt. Ueberhaupt hat diese kleine Dinoflagellate vielleicht die grösste Aehnlichkeit mit den Schwärmern der Noctiluca, so dass es möglich wäre, dass sie und die Gattung Amphidinium überhaupt

mit den Formen näher verwandt war, aus welchen sich die Cystoflagellaten entwickelten.

Aus dem Mitgetheilten geht also hervor, dass wir die Ableitung der Cystoflagellaten von den Dinoflagellaten für angezeigt halten, aber eine Unterordnung der ersteren unter die Dinoflagellaten nicht befürworten können, da die Cystoflagellaten sowohl im Bau wie in der Fortpflanzung zu tiefgehende Unterschiede, respect. Weiterbildungen aufweisen.

6. Biologisch-Physiologisches.

A. Vorkommen und Lebensverhältnisse.

Während Leptodiscus bis jetzt nur bei Messina beobachtet wurde, darf Noctiluca als ein kosmopolitisches Wesen bezeichnet werden, wie einige Angaben über ihr Vorkommen ergeben werden. Sie ist sehr häufig in der Nordsee, tritt dagegen nur gelegentlich in die Ostsee ein, verbreitet sich an den Küsten des atlantischen Oceans sowohl auf der nördlichen wie südlichen Halbkugel (Rio de Janeiro, Giglioli). An den Küsten des Mittelmeeres ist sie weit verbreitet, ebenso im schwarzen, bis in das Asow'sche Meer hinein. Am Cap der guten Hoffnung wurde sie mehrfach beobachtet (Forster und Dartet de Tessau bei Beneden), scheint im rothen Meer nicht zu fehlen (Ehrenberg) und auch das südwestlich vom Cap Aden durch Newland beobachtete Leuchtwesen war wohl Noctiluca. Giglioli fand sie weiter in der Bangkastrasse, zu Singapore, an der Küste von Cochinchina, zu Hongkong und Batavia; derselbe Beobachter constatirte ihr Vorkommen im stillen Ocean sowohl bei Sidney wie an der westlichen Küste bei Valparaiso. Ich habe manche ältere Beobachtung, welche sich mit mehr oder weniger Gewissheit hierher beziehen liesse, absichtlich nicht erwähnt. Nach dem Mitgetheilten lässt sich also an der kosmopolitischen Verbreitung der Gattung nicht zweifeln.

Schon Giglioli betonte aber, dass sie wesentlich längs der Küsten verbreitet sei, dem offenen Ocean hingegen fehle; zu demselben Resultat gelangte auch die Challengerexpedition*), doch constatirte dieselbe auch die oben erwähnte Verbreitung der sog. Pyrocystis noctiluca im offenen Ocean. Da nun diese Pyrocystis wohl sicher zu Noctiluca gehört, so dürfte die Beschränkung auf die Küsten keine völlige sein.

Wie weit sich die Noctilucen in die Tiefe erstrecken, wurde noch nicht erforscht; da sie aber keine activen Schwimmbewegungen ausführen und durch ihre specifische Leichtigkeit im Seewasser aufsteigen, dürfte anzunehmen sein, dass sie nicht tief unter die Oberfläche hinab gehen.

Es ist lange bekannt, in welcher Massenhaftigkeit Noctiluca miliaris zuweilen auftritt. Schon Suriray sah sie bei Havre zuweilen eine dicke klebrige Schicht an gewissen Stellen der Meeresoberfläche bilden. Drei bis vier Zoll dick, wie er solche Schichten beobachtet haben will, scheint

*) Proceed. roy. soc. London. Bd. 24. p. 533.

vielleicht etwas zu viel, doch gibt auch Dönitz dasselbe an. Auch Verhaeghe fand zu Ostende bei stark leuchtendem Meer eine Schicht von 2—3 Mm. Dicke. Aehnliches beobachtete Busch zu Helgoland und Giglioli zu Gibraltar; ersterer beschreibt eine solche Noctilucenschicht der Meeresoberfläche als gelblich und ölartig, letzterer vergleicht sie gelatinartigem Rahm.

Wie für die Dinoflagellaten scheint wenigstens in den nördlicheren Meeren das massenhafte Auftreten der Noctilucen in die Sommer- und Herbstmonate zu fallen, obgleich sie im Winter nicht fehlen (Verhaeghe, Webb), aber doch spärlicher auftreten, wie schon aus der Erfahrung hervorgeht, dass das Meerleuchten in den Sommer- und Herbstmonaten am stärksten ist. Cienkowsky hat dieselbe Erfahrung auch zu Odessa gemacht.

B. Ernährungsverhältnisse.

Noctiluca gehört zu den sich entschieden animalisch ernährenden und recht gefrässigen Protozoën. Sie scheint ziemlich ohne Auswahl alle nicht zu grossen pelagischen Organismen zu fressen, seien dies nun pflanzliche oder thierische. Besonders dienen ihr pelagische Bacillariaceen als Nahrung, doch auch Oscillatorien und Bruchstücke verschiedener Algen. Verschiedenen pelagischen Protozoën wie Dinoflagellaten, Tintinnoiden etc. begegnet man häufig in ihr; aber auch höherstehende thierische Organismen, wie kleine Copepoden, manchmal nahezu so lang wie ihr eigener Durchmesser, bewältigt sie, ebenso wie Copepoden- und Gastropodeneier und deren pelagische Larven (Robin). Nach letzterem Beobachter verschlingt sie aber auch sehr verschiedenartige Körper, welche durch Zufall auf die Meeresoberfläche gerathen, wie Pollen von Pinus maritima, Pflanzenhaare, Fäden von Stoffen, ja auch Oeltropfen und schliesslich, was besonders eigenthümlich erscheint, sogar Luftblasen. Ob letzteres direct beobachtet wurde, ist nicht angegeben. Auch untereinander sollen sie sich nach Robin auffressen, doch wird dies wohl nicht häufig sein, da kein anderer Beobachter etwas davon berichtet.

Leptodiscus ernährt sich gleichfalls wohl sicher thierisch, wie Hertwig versichert, der nur sehr kleine und wie mir scheint nicht ganz sichere Nahrungskörper im Innern gefunden hat, nämlich Algensporen, sowie rothe und braune Pigmentkörner; speciell die letzteren scheinen in ihrer Bedeutung als Nahrung etwas zweifelhaft.

C. Contractionen des Körpers und Schwimmen.

Noctiluca scheint nur selten stärkere Contractionen auszuführen; die meisten Beobachter berichten gar nichts von solchen, doch erwähnen schon Verhaeghe, Krohn und West einiges über Gestaltsveränderungen, die von Contractionen herrührten. Nach Robin äussert sich die Contraction gewöhnlich darin, dass das Peristom vertieft, der Mund also tiefer in das Körperinnere hineingezogen wird, wobei natürlich auch die Peristomorgane weiter in das Innere hinabsinken. Mancherlei Falten

der Körperwand mögen vielleicht auch von localen Contractionen der Plasmazüge herrühren.

Ganz anders verhält sich Leptodiscus, denn dieser contrahirt sich ungemein energisch und führt so seine raschen Bewegungen aus. Die Contractionen rufen Verengerung der Schirmhöhle ganz wie bei einer Meduse hervor und durch rasche Wiederholung solcher Verengerungen und Erweiterungen der Höhle, unter Ausstossung des Wassers, bewegt sich Leptodiscus quallenähnlich, in manchmal „pfeilschnellen" Stössen durch das Wasser. Die Contraction kann aber auch nur Partien des Schirmrandes ergreifen, so dass ein Lappen desselben eingeschlagen wird oder zwei gegenüberstehende Lappen sich zusammenlegen, indem sie gleichsam eine Rinne auf der concaven Schirmseite erzeugen (T. 50, Fig. 10a—c).

Leptodiscus ist also ein energischer activer Schwimmer; ganz anders verhält sich Noctiluca. Das Schwimmen derselben an der Oberfläche beruht jedenfalls, wie schon die älteren Beobachter vermutheten, auf geringerem specifischem Gewicht wie das umgebende Seewasser. Die geissellosen ruhenden Exemplare halten sich ebenso gut an der Oberfläche wie normale. Werden Noctilucen unter den Wasserspiegel gebracht, so steigen sie langsam immer wieder empor; erst einige Zeit nach dem Tode sinken sie dauernd zu Boden. Vignal versuchte sie unter höheren Druck zu versetzen und will gefunden haben, dass sie bei einem den mittleren Barometerstand nur um 18 Millimeter übersteigenden Druck sinken, um sich bei Nachlassen desselben allmählich wieder zu heben. Er vermuthet daher im Körper eine compressiblere Substanz. Ich muss jedoch gestehen, dass mir der Versuch nicht ganz einwurfsfrei erscheint, da das Sinken schon bei einem so geringen Ueberdruck eintrat. Verhielte sich das in der That so, so müssten die Noctilucen bei einem Barometerstand von 778, wie er gelegentlich vorkommt, unter die Meeresoberfläche sinken.

Dass bei der schwimmenden Noctiluca das Peristom mit der Bandgeissel nach unten gerichtet ist, wie es hauptsächlich Dönitz betonte, folgt wohl aus der excentrischen Lage des Centralplasmas am Peristom, wodurch der Schwerpunkt letzterem jedenfalls genähert liegt. Die Ursache des niederen specifischen Gewichts gegenüber dem Seewasser suchen Vignal und Robin im Zellsaft, welcher nach dem ersteren sehr wenig gelöste Substanz enthält. Da die todte Noctiluca untersinkt, so scheint dies auch ziemlich plausibel; andererseits scheint aber dieser Zellsaft doch wohl etwas schwerer wie süsses Wasser zu sein, da Noctilucen in demselben stark aufschwellen. Die activen Schwimmbewegungen, wenn man überhaupt von solchen reden darf, beschränken sich, wie früher bemerkt wurde, auf ein leises Hin- und Herschwanken, das auf die Bewegungen der Bandgeissel zurückzuführen ist.

D. Lebenszähigkeit, Einfluss verschiedener Agentien.

Während Leptodiscus nach Hertwig's Erfahrungen zu den zartesten pelagischen Organismen gehört, da er in kleinen Glasgefässen schon nach einer halben Stunde zu Grunde geht, besitzt Noctiluca eine relativ beträchtliche Lebenszähigkeit, die es gestattet, sie 14 Tage bis drei Wochen in kleinen Glasschalen zu halten, namentlich, wenn durch zugefügte Algen für Erneuerung des Sauerstoffs gesorgt wird. In kleinen Wassermengen unter dem Mikroskop oder im hängenden Tropfen kann man sie nach den Erfahrungen von Cienkowsky und Robin etwa 12 bis 18 Stunden erhalten. Der beginnende Tod macht sich durch Auftreten zahlreicher Vacuolen bemerkbar, welche auf der äusseren Oberfläche faltige Hervorragungen verursachen und die Abhebung einer besonderen Membran vortäuschen. Die Plasmazüge ziehen sich schliesslich in die Centralmasse zurück und endlich tritt eine mehr oder weniger intensive Zerstörung des Plasmas unter Auflösung ein. Dabei schrumpfen die Noctilucen, häufig unter Platzen, unregelmässig zusammen. Eine solche Schrumpfung tritt überhaupt bei Verletzungen ungemein leicht ein; schon die Berührung mit einer Nadel genügt gewöhnlich, um eine solche hervorzurufen. Wir werden aber sehen, dass sogar stark verletzte Noctilucen weiterzuleben und sich zu restituiren im Stande sind.

Wie schon bemerkt wurde, leiden die Noctilucen wohl kaum unter der Winterkälte, doch will Verhaeghe gefunden haben, dass sie beim Frieren des Wassers zu Grunde gehen. Bei Temperaturerhöhung sterben sie, wie schon Quatrefages fand und Vignal bestätigte, bei etwa 39 Grad C. (39,7 Vignal).

Ueber den Einfluss electrischer Ströme wurden ziemlich widersprechende Mittheilungen gemacht. Indem wir zunächst von der Wirkung derselben auf das Leuchten absehen, betonen wir, dass Vignal gefunden haben will, dass sich die Bandgeissel unter dem Einfluss gewöhnlicher und Inductionsströme wie eine Muskel verhält, da sie sich beim Oeffnen und Schliessen contrahirt und durch einen rasch unterbrochenen Inductionsstrom in tetanische, andauernde Contraction versetzt wird. Letztere erhält sich aber nur etwa 3 bis 4 Minuten, um hierauf unter dem Einfluss der Ermüdung nachzulassen. Bei Einwirkung einer Anzahl Entladungen des Inductionsstromes soll sich das gesammte Plasma langsam auf das centrale zusammenziehen, indem die Noctiluca allmählich abstirbt.

Vignal will sich ferner bei Vergiftung mit Curare überzeugt haben, dass die Bandgeissel ihre Contractionsfähigkeit nicht einbüsst, indem sie durch Electricität erregbar bleibe; da sie sich aber nach solcher Vergiftung nicht mehr von selbst contrahirt, so möchte er annehmen, dass der Fibrillenstrang, der vom Centralplasma zu ihrer Basis zieht, die Rolle eines Nerven spielt, der durch Curare ausser Action gesetzt wird. Leider bemerkt er aber selbst, dass seine Versuche nicht vollständig zufrieden stellend gewesen seien, so dass wir diese Erfahrung, welche, ihre Be-

stätigung vorausgesetzt, gewiss ein hohes Interesse beanspruchen muss, noch nicht zu den sicheren rechnen dürfen. In directem Gegensatz zu vorstehenden Angaben Vignal's wollen sich nun aber Robin und Cadiat überzeugt haben, dass electrische Ströme jeder Art nicht den geringsten Einfluss auf die Contractionen der Bandgeissel und die Bewegungen des Plasmas haben. Wie diese Widersprüche zu lösen sind, muss einstweilen dahin gestellt bleiben.

E. Leuchten.

Wohl das grösste Interesse erregte Noctiluca stets als eines der wichtigsten marinen Leuchtwesen, das wegen der Massenhaftigkeit seines Vorkommens, bei gleichzeitiger Kleinheit des Körpers, vorzugsweise das gleichmässige oder diffuse Leuchten der Meeresoberfläche bewirkt. Wie früher bemerkt wurde, findet sie nur in den Dinoflagellaten Rivalen, deren Leuchtvermögen jedoch beträchtlich geringer bleibt, so dass sie selbst bei grosser Anhäufung nicht die Intensität der Erscheinung bewirken wie Noctiluca. Was aber die Untersuchungen Michaelis' von dem Verhalten der leuchtenden Dinoflagellaten gegen mechanische und anderweitige Reizung lehrten, zeigt, dass sie darin in jeder Hinsicht mit Noctiluca übereinstimmen, wesshalb auch die Ursache des Phänomens bei beiden Abtheilungen die gleiche sein dürfte. Auch das Leuchten vieler anderer mariner Thiere zeigt sowohl in seiner allgemeinen Erscheinung, wie in seinem Verhalten bei verschiedenartigem Experimentiren so viel Uebereinstimmendes, dass vielleicht bei allen diesen Wesen dieselbe Leuchtursache anzunehmen ist. Leider blieb die Frage nach dem Leuchtvermögen des Leptodiscus bis jetzt unerledigt, wenn es auch mehr wie wahrscheinlich ist, dass auch diese Cystoflagellate leuchten wird.

Zunächst müssen wir uns einigermaassen mit der allgemeinen Erscheinung des Leuchtens vertraut machen, um später dasjenige zu betrachten, was die experimentellen Untersuchungen ergaben.

Bei ruhigem Schwimmen in unbewegtem Wasser ist keine, oder doch nur eine äusserst schwache und dann weissliche Lichtentwickelung der Noctiluca zu beobachten. Die verschiedenen Beobachter stimmen übrigens in dieser Hinsicht nicht ganz überein; während die meisten keine Lichtentwickelung der ungereizten Noctilucen gefunden haben wollen, berichten andere (speciell Vignal) von einem schwachen weisslichen Leuchten. Wie wir sehen werden, scheint es auch möglich, dass beide Auffassungen Berechtigung haben, da unter Umständen ein andauerndes, schwaches Leuchten eintreten kann.

Schon eine äusserst geringe Bewegung des Wassers, eine leichte Erschütterung des Gefässes oder eine sonst wie erzeugte Bewegung des Wassers, ruft sofort ein lebhaftes Aufleuchten der Noctilucen hervor, wobei das ganze Wasser auf sehr kurze Zeit, höchstens einige Secunden, ein bläuliches bis grünliches Licht ausstrahlt, wenn es viele Noctilucen enthält und dieselben nicht schon stark afficirt sind.

Dass die verschiedenen Beobachter über die Farbe des Lichtes differirende Angaben machen, kann nicht Wunder nehmen, da die Färbung keine intensive ist und schwaches Grün und Blau, um das es sich dabei handelt, besonders schwer unterschieden wird. Bald wird das Licht daher mehr als bläulich, bald mehr als grünlich bezeichnet; ich persönlich habe mehr den Eindruck des Blauen. Giglioli findet bei den drei, von ihm unterschiedenen Noctilucaarten verschiedenfarbiges Licht. Bei N. miliaris sei dasselbe milchartig grünlich und azurblau gefärbt, bei N. homogenea grünlich (verdognola) und bei N. pacifica weisslich (biancastra). Fortgesetzte mechanische oder anderweitige, zur Lichtentwickelung führende Reizung ruft nicht nur eine baldige Abschwächung des Lichtes hervor, sondern nach Quatrefages auch eine Veränderung seiner Farbe, indem dieselbe mehr und mehr ins Weisse übergeht. Dabei tritt die Erscheinung auf, welche nach Panceri auch bei anderen marinen Leuchtthieren z. Th. beobachtet wird; das Leuchten verliert den Charakter des spontanen, auf Reiz plötzlich und kurz eintretenden und wird zu einem fixen, länger andauernden, schwach weisslichen Licht.

Bleiben die Noctiluccn einige Zeit in Ruhe, so stellt sich die Fähigkeit der Lichtentwicklung in ursprünglicher Intensität wieder ein. Nach einer einmaligen Erschütterung und Lichtentwicklung genügt nach Allman eine Minute Ruhe, um die Erscheinung wieder in gleicher Vollendung hervorzurufen.

Eine spectroskopische Prüfung des Lichtes fehlt bis jetzt noch, doch dürfte wohl unbedenklich anzunehmen sein, dass es wie das anderer mariner und terrestrischer Thiere ein continuirliches schwaches Spectrum besitzt.

Obgleich die Erscheinung bei voller Entwicklung, in einer dunklen Nacht einen überwältigenden Eindruck macht, von dessen Anblick man sich nur schwer trennt, ergibt eine genauere Ermittelung doch, dass die Intensität des ausgestrahlten Lichtes keine sehr erhebliche ist. Die Mittheilung einiger Versuche von Quatrefages mag dies darlegen. In einer 15 Millim. weiten Röhre befand sich Wasser, das eine 20 Millim. dicke Schicht Noctilucen enthielt; bei heftigem Schütteln der Röhre konnten die ziemlich feinen Ziffern einer Uhr nur dann gelesen werden, wenn die Röhre direct auf das Zifferblatt gelegt wurde. Wurden vier bis fünf Kaffeelöffel Noctilucen auf ein Filter gebracht und dieses nach dem Ablaufen des Wassers entfaltet, so war das Licht intensiv genug, um die Ziffern derselben Uhr in einer Entfernung von einem Fuss zu lesen.

Nur Quatrefages suchte durch Versuche zu ermitteln, ob mit der Lichterscheinung auch Wärmeentwicklung verbunden sei; obgleich nun seine Versuche jedenfalls nicht mit genügend feinen Instrumenten ausgeführt wurden, um sehr geringe Temperaturunterschiede festzustellen, und auch die allgemeinen Versuchsbedingungen durchaus nicht einwurfsfrei waren, so folgt aus denselben doch, dass bemerkenswerthe Wärmequantitäten beim Leuchten jedenfalls nicht frei werden und wenn wir die

viel genaueren Untersuchungen Panceri's an anderen marinen Leuchtthieren berücksichtigen, so dürfen wir mit Recht vermuthen, dass auch beim Leuchten der Noctilucen keine, oder doch so geringe Wärmemengen gebildet werden, dass sie selbst mit den empfindlichsten thermoelektrischen Instrumenten unbemerkbar bleiben.

Eine mikroskopische Prüfung über den Sitz der Lichtentwicklung ergibt sofort, dass nicht ein bestimmter Körpertheil, oder ein besonderes Organ mit dieser Fähigkeit ausgerüstet ist, dass vielmehr bei lebhafter Lichtentwicklung die gesammte Noctiluca wie eine gleichmässig leuchtende Kugel erscheint. Doch versichert Quatrefages, dass nicht selten nur einzelne Theile des Körpers leuchten und an einem und demselben Individuum gelegentlich abwechselnde Partien. Quatrefages scheint der Ansicht zu sein, dass die Körperoberfläche den Sitz der Lichtentwicklung bilde und auch Allman spricht sich bestimmt in diesem Sinne aus. Als Beweis führt letzterer namentlich an, dass, wenn man das allmähliche Erlöschen einer Noctiluca unter dem Mikroskop verfolge, zuletzt noch ein leuchtender peripherischer Ring übrig bleibe; derselbe entstehe aber derart, dass bei sehr geschwächter Leuchtintensität nur noch an der Peripherie, wo man durch eine grössere Dicke der leuchtenden Schicht hindurchsehe, eine Lichterscheinung wahrnehmbar bleibe, also ein leuchtender peripherischer Ring erscheinen müsse.

Anderer Ansicht über den Sitz des Leuchtens ist dagegen Vignal, indem er nicht nur das oberflächliche Wandplasma, sondern das Plasma überhaupt als leuchtend erkennt. Den Beweis hierfür sucht er darin, dass, wenn man durch eine Verletzung die Einziehung der Plasmastrahlen in die Centralmasse veranlasse, alle Theile des Körpers, aus welchen die Plasmazüge zurückgetreten seien, dunkel würden und schliesslich nur noch das centrale Plasma leuchte. Ich kann nicht leugnen, dass ich gegen diese Auffassung und die Richtigkeit der Beobachtung einige Bedenken habe, denn verhielte sich die Sache in der angegebnen Weise, so müsste bei einer kräftigen Noctilnca wohl das ganze Plasmanetzwerk deutlich leuchtend hervortreten und davon berichten die früheren Beobachter nichts und auch Vignal selbst gibt keine solche Schilderung der leuchtenden Noctiluca. Im allgemeinen scheint mir daher die Angabe wahrscheinlicher, dass die Wand vornehmlich leuchte wenn ich auch dem inneren Plasma das Leuchtvermögen nicht ganz absprechen möchte.

Mit eingehenderer Untersuchung der Leuchterscheinung bei stärkerer Vergrösserung hat sich meines Wissens nur Quatrefages beschäftigt und dabei die bemerkenswerthe Thatsache festgestellt, dass es sich nicht um eine continuirlich zusammenhängende Lichtfläche handelt, sondern das anscheinend gleichmässige Licht schon bei 150facher Vergrösserung in eine Unzahl kleiner leuchtender Punkte aufgelöst wird. Grössere und kleinere derartige Leuchtpunkte stehen durcheinander wie in einem Nebelfleck. An einer begrenzten leuchtenden Partie des Nocti-

lucakörpers besteht der centrale Theil aus einer dichten Zusammenhäufung solcher Leuchtpunkte, welche gegen die Peripherie allmählich spärlicher werden und weiter auseinander stehen, um endlich ganz aufzuhören. Wie unten noch näher auseinandergesetzt werden soll, scheint diese Beobachtung wichtig und lässt in Verbindung mit anderweitigen Erfahrungen vielleicht eine Vermuthung über die leuchtenden Theile des Plasmas zu.

Nach dem über den Einfluss der Erschütterung auf das Leuchten Bemerkten wird es natürlich erscheinen, dass auch directe mechanische Reizung durch Druck oder Berührung Lichtentwicklung hervorruft. Bei leiser Berührung mit der Nadelspitze machten Robin und Legros die interessante Erfahrung, dass nur die gereizte Stelle des Noctilucenkörpers leuchte, eine Erscheinung, welche im Hinblick auf die rasche Ausbreitung des Reizes bei gewissen leuchtenden Anthozoën (so Pennatula nach Panceri) etwas befremdend erscheint.

Wie mechanische Reize wirken auch diejenigen chemischen, welche durch ihren Einfluss auf das Plasma, indem sie es zur Contraction veranlassen, resp. sein Leben vernichten, eine innere Erschütterung des Körpers hervorrufen.

Wahrnehmungen dieser Art wurden schon im vorigen Jahrhundert (Rigault) gemacht und später von vielen Beobachtern bestätigt und erweitert (namentlich Verhaeghe, Pring und Quatrefages). Mineralsäuren, Alkalien, Alkohol, starke Salzlösung, jedoch auch Süsswasser wirken in dieser Weise, indem sie ein mehr oder minder intensives Aufleuchten hervorrufen, dem das erwähnte weissliche Licht folgt, wenn die zugesetzten Stoffe den Tod nicht zu rasch herbeiführen. Natürlich bewirken aber alle diese Stoffe endlich das Absterben der Noctilucen und damit auch das Erlöschen des Leuchtvermögens; denn über den Tod hinaus scheint sich das Leuchten der Noctilucen nicht zu erhalten. Zwar senden auch kleine Bruchstücke noch lange Zeit ein schwaches Licht aus (Quatrefages); dem feinen Netz anhängende oder auf dem Filter befindliche Noctilucen leuchten noch so lange bei Erschütterung, als das Netz oder Filter ein wenig Feuchtigkeit zurückhält (Allman sah ein Netz noch nach 31 Stunden leuchten, ähnliches berichtete auch schon Suriray). Dennoch scheinen alle Erfahrungen darauf hinzuweisen, dass der Tod dem Leuchten ein Ziel setzt. Vorherige Belichtung ist keine Bedingung des Leuchtens, wie Pring versichert, der hierüber Versuche angestellt haben will, die er aber nicht specieller schildert. Andererseits ist aber auch die Leuchtfähigkeit ständig vorhanden, nicht etwa nur auf die Zeit der Dunkelheit beschränkt, wie jederzeit, bei Ueberführung in einen dunklen Raum zu constatiren ist (Allman, Robin etc.). Allman hebt letzteres speciell im Gegensatz zu Beroë hervor, welche nach seiner Erfahrung erst einige Zeit im Dunkeln verweilen muss, bevor sie leuchtet. Wie die Untersuchungen zur Zeit liegen, scheint aber doch keine Nöthigung zu bestehen, das Leuchtvermögen als Ausfluss des eigentlichen, lebendigen Plasmas zu betrachten, sondern die Möglichkeit vorhanden zu sein, dass

es von einem im Plasma erzeugten und daher auch über dessen Leben hinaus erhaltungsfähigen Stoff ausgeht, wovon später noch mehr.

Damit dürfte die auch von anderen Leuchtthieren bekannte Erscheinung kaum im Widerspruch stehen, dass wenn man die Noctiluceen zwischen den Fingern zerreibt, die an letzteren haftende Substanz noch lange leuchtet. Nach Quatrefages soll die zerquetschte Substanz das geschilderte weissliche, fixe Licht entwickeln; nach Robin sollen die Finger, zwischen denen man Noctiluceen zerrieb, bei jeder Reibung leuchten, so lange noch etwas von der Substanz zurückblieb. Jedenfalls stirbt die zerquetschte Substanz nicht momentan ab; genauere Untersuchungen wären sehr wünschenswerth.

Ueber den Einfluss der Wärme weiss man kaum etwas bestimmtes. Pring fand keine Verstärkung des Leuchtens, wenn er ein Gefäss mit Noctiluceen in Wasser von etwa 25° C. stellte. Quatrefages beobachtete dagegen Aufleuchten beim Erwärmen einer langen Glasröhre mit Noctiluceen; doch mag dies, wie Vignal bemerkt, eine Folge der Strömungen in der Röhre gewesen sein. Letzterer glaubt selbst einen gewissen Einfluss der Erwärmung auf das Leuchten gefunden zu haben, da er beobachtete, dass eine Portion Noctiluceen, welche einige Zeit auf 37° C. erhitzt worden war, nach dem Erkalten intensiver leuchtete, als eine andere, nicht erwärmte Portion der gleichen Wesen.

Eine noch grössere Unsicherheit herrscht hinsichtlich der Wirkung der Elektricität, da sich die Angaben der verschiedenen Beobachter geradezu widersprechen.

Beim Ueberspringen des Funkens einer Leydener Flasche in ein Gefäss mit Noctiluceen erhielt Quatrefages regelmässig ein Aufleuchten und nach drei Entladungen waren die Noctiluceen in den dauernd schwach leuchtenden Zustand übergegangen. Pring konnte mit dem durch zwei Smee'sche Elemente erzeugten Strom keine Leuchtwirkung erzielen. Mit einem kleinen Element (pile à auge) fand Quatrefages namentlich reichliches Leuchten am Zinkpol; doch bemerkt er selbst, dass diese Erscheinung wohl als Wirkung der beim Durchleiten des Stromes freigewordenen Säuren gedeutet werden müsse. Robin und Legros wollen bei Anwendung eines kleinen elektro-medicinischen Apparats („au bisulfate de mercure") sofort um jeden der eingetauchten Pole einen lebhaften Lichtring gesehen haben und zwischen den beiden Ringen ein leuchtendes Verbindungsband. Im Moment der Stromunterbrechung wurde das Leuchten stärker, erlosch jedoch bald. — Ganz verschieden hiervon lauten die Angaben Vignal's, welcher weder mit dem Strom zweier Grenet'scher Elemente noch mit einem Schlitteninductionsapparat, unter verschiedenartiger Variation der Versuchsbedingungen, Leuchten erzielen konnte und sich daher gegen jede directe Wirkung der Elektricität ausspricht.

Eine Frage von besonderer Wichtigkeit für Auffassung und Erklärung des Leuchtens ist dessen Beziehung zum Sauerstoff, welche denn auch schon früh untersucht wurde. Im Gegensatz zu dem, was man

nach den Erfahrungen bei anderen Leuchtthieren erwarten dürfte, stimmen alle Untersucher seit Suriray darin überein, dass Sauerstoff kein Erforderniss des Leuchtens sei, dass dieses vielmehr unter indifferenten Gasen in gleicher Weise fortdauere. Bevor ich einiges über die angestellten Experimente berichte, glaube ich bemerken zu müssen, dass mir alle bis jetzt vorliegenden Versuche nicht exact genug scheinen, um ganz beweisend zu sein. Auch minimale Sauerstoffmengen dürften wohl noch genügen, das Leuchten zu unterhalten, und kaum in einem der Versuche kann von absolutem Ausschluss des Sauerstoffs die Rede sein. Schon Macartney brachte Noctilucen unter die Luftpumpe und beobachtete hierbe kein Aufhören des Leuchtens bei Erschütterungen, ja glaubte gefunden zu haben, dass es unter diesen Umständen leichter angeregt werde und längei dauere. Auch Quatrefages machte diesen Versuch und sah die Noctilucen bald in den weisslich leuchtenden Zustand übergehen; nach einer Stunde 19 Minuten sollen sie bei Erschütterung noch geleuchtet haben; er erklärte dieses Experiment übrigens für wenig beweisend. Noctilucen, welche über Quecksilber abgesperrt wurden, verloren dagegen bald ihr Leuchtvermögen. Den Einfluss von Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlensäure untersuchten Pring und Quatrefages; ersterer brachte Wasser mit Noctilucen in Flaschen mit den betreffenden Gasen, letzterer liess etwas von den Gasen in mit noctilucahaltigem Meerwasser gefüllte Röhren aufsteigen, die in Wasser umgekehrt aufgestellt waren. Beide fanden, dass sich die Noctilucen unter Wasserstoff nicht anders verhalten wie unter Luft, und Pring constatirte das Gleiche auch für Stickstoff. Unter Sauerstoff schien Pring das Leuchten stärker aufzutreten, während Quatrefages keine Veränderung gegen Luft beobachtete und auch in Kohlensäure keine Veränderung fand. Anders spricht sich dagegen Pring über die Wirkung der Kohlensäure aus; dieselbe rief bei seinen Versuchen zunächst energisches und lang andauerndes Leuchten hervor, das nach etwa 20 bis 25 Minuten erlosch und sich durch Zufuhr von Luft nicht erneuern liess.

Schwefelwasserstoffgas wirkt nach Pring, wie zu erwarten, sofort tödtend, wogegen Quatrefages, der die Wirkung einer wässrigen Lösnng untersuchte, keinen heftigen Einfluss derselben bemerkte. Mir scheint letzteres sehr unwahrscheinlich.

Schliesslich stellte auch Vignal ein Experiment über die Beziehung des Sauerstoffs zum Leuchtvermögen an. Er brachte einige Noctilucen in eine mit ausgekochtem Seewasser gefüllte Röhre und verschloss dieselbe sofort, ohne Luft mit einzulassen. In der Röhre befand sich ein kleines Glasstück, das bei Bewegungen mechanisch auf die Noctilucen wirkte. Unter diesen Bedingungen leuchteten letztere bei Erschütterungen wie gewöhnlich und dieses dauerte an, bis sie aus Mangel an Sauerstoff abstarben. Leider wird nicht berichtet, wie lange dies währte und wie lange die Noctilucen überhaupt ohne Sauerstoff leben können.

Wenn wir das Berichtete überschauen, so wird es uns zur Zeit schwer oder unmöglich scheinen, über die Ursache des Leuchtens eine einigermaassen begründete Vermuthung zu äussern. Wenn wir dennoch auf diese Frage eingehen, so veranlassen uns hierzu Erfahrungen, welche auf einem anderen Gebiet über das Leuchten organischer Körper gesammelt wurden und welche mit der Zeit wohl zur Aufklärung des Leuchtens der Organismen führen werden. Wir dürfen hier die älteren Ansichten, welche die Ursache des Leuchtens in elektrischen Erscheinungen oder Phosphorverbindungen vermutheten, wohl stillschweigend übergehen*). Es fragt sich zunächst hauptsächlich: haben wir das Leuchten als directe Lebensäusserung des eigentlich lebendigen Plasmas zu betrachten, welcher Auffassung Pflüger**) entschieden zuneigt, oder dürfen wir seine Ursache in gewissen im lebenden Organismus erzeugten Stoffen suchen, welche unter bestimmten Bedingungen Licht zu entwickeln vermögen. Letzterer Auffassung neigen diejenigen Beobachter zu, welche eine gewisse Leuchtmaterie nachgewiesen haben wollen. So Panceri***), der bei den untersuchten marinen Leuchtthieren (darunter nicht Noctiluca) Fette als die leuchtenden Körper beansprucht und Phipson†), welcher eine leuchtende Materie, die er Noctilucin nannte, von verschiedenen leuchtenden Thieren gewonnen haben will; Noctiluca unter suchte jedoch auch er nicht. Wir dürfen aber wohl mit Radziszewski††) ohne Bedenken annehmen, dass dieses Noctilucin kein einheitlicher chemischer Körper war (was auch die Untersuchungen nicht erwiesen), sondern ein Gemisch verschiedenartiger Stoffe. Die wichtigen Untersuchungen des letzterwähnten polnischen Chemikers sind es aber, welche bis zu gewissem Grad ein neues Licht über die Leuchtvorgänge in den Organismen verbreitet haben. Es gelang ihm nämlich nachzuweisen, dass eine ganze

*) Sehr eigenthümlich ist die Vorstellung, welche sich Pring von der nächsten Ursache des Leuchtens gebildet hatte; ich erwähne dieselbe, weil dieser Beobachter das Phänomen zuerst genauerer experimenteller Untersuchung unterzog. Er glaubte die Leuchtmaterie in einem flockigen Schleim gefunden zu haben, welchen die Thiere in der Gegend des Peristoms ausschieden. Wahrscheinlich handelte es sich also um die bekannte Erscheinung, dass bei Druck häufig etwas Plasma aus dem Peristom hervorgepresst wird. Zur Absonderung dieses Schleims schienen ihm die Thiere durch Furcht veranlasst zu werden; das Leuchten beim Schütteln der Gefässe wollte er denn auch auf das hierdurch bewirkte Erschrecken der Thiere zurückführen.

**) Pflüger, Ueber die physiologische Verbrennung in dem lebendigen Organismus. Arch. f. d. ges. Physiologie Bd. X, p. 275.

***) Panceri, Études s. l. phosphorescence des animaux marins. Ann. sciences naturelles. Zoologie (V). T. XVI. Art. 8.

†) Phipson, S. la matière phosphor. de la raie. Cpt. rend. Ac. Paris T. 51, p. 541 und S. la noctilucine ibid. T. 75, p 547.

††) Radziszewski, Ueber das Leuchten des Lophius. Berichte der deutsch. chem. Gesellsch. Bd. X, p. 170.

—— Ueber die Phosphorescenz der organischen und organisirten Körper. Ann. d. Chemie Bd. 203. 1880, p. 305—335.

Reihe von Körpern, die sich im lebenden Organismus finden, unter gewissen Bedingungen bei gewöhnlicher oder doch nur wenig erhöhter Temperatur leuchten können: nämlich Fette, Lecithin, Cholestearin, ätherische Oele, Gallensäuren, Traubenzucker und vielleicht noch eine Reihe anderer Stoffe. Bedingung für den Eintritt des Leuchtens ist, dass die Körper sich in alkalischer Lösung befinden und meist zuvor etwas erwärmt werden; doch dauert das Leuchten nach dem Erkalten bei gewöhnlicher Temperatur meist noch lange fort und tritt hauptsächlich bei mechanischer Erschütterung, Umschütteln etc., hervor. Statt anorganischer Basen können jedoch auch organische, darunter die im thierischen Körper vorhandenen Cholin und Neurin, das Leuchten der genannten Körper bewirken. Die Lichtentwicklung beruht unter diesen Bedingungen auf langsamer Oxydation der betreffenden Verbindungen und es ist in dieser Hinsicht wichtig, dass die meisten derselben die Fähigkeit haben, Sauerstoff zu absorbiren und in activen zu verwandeln.

Den Einfluss mechanischer Erschütterung auf das Leuchten genannter Verbindungen, welcher uns wegen der interessanten Analogie mit den Verhältnissen bei Noctiluca besonders interessirt, sucht Radziszewski hauptsächlich dadurch zu erklären, dass hierdurch immer neue Theile des zu oxydirenden Körpers mit activem Sauerstoff in Berührung gesetzt würden. Doch scheint er daneben auch eine directe molekulare Wirkung der Erschütterung anzuerkennen. Es kann nicht geleugnet werden, dass speciell die Leuchterscheinungen der Noctiluca so viel Aehnlichkeit mit manchen Experimenten Radziszewski's bieten, dass die Vermuthung nahe liegt: es handle sich bei Noctiluca um einen ähnlichen Vorgang.

Wenn wir ferner die Ergebnisse der Untersuchungen Quatrefages' berücksichtigen, dass das Licht der Noctiluca aus zahllosen kleinen Lichtpunkten zusammengesetzt ist, so lässt sich vielleicht auf die Möglichkeit hindeuten, dass die Lichtentwicklung von den zahlreichen kleinen Körnchen im Wandplasma der Noctiluca ausgehe.

F. Regenerationserscheinungen und künstliche Theilung.

Schon Webb konnte feststellen, dass das centrale Plasma der Noctiluca befähigt ist, wieder den vollständigen Organismus zu regeneriren, wenn ein grosser Theil desselben zerstört war. Später wurden diese Beobachtungen von Dönitz und Cienkowsky weiter ausgedehnt und damit die grosse Regenerationsfähigkeit unseres Wesens definitiv ermittelt. Es ergab sich dann auch, dass schon Busch in Regeneration begriffene Noctiluceen beobachtet, irrigerweise aber als Jugendzustände gedeutet hatte, welche er von innerlich gebildeten Keimen herleitete. Schliesslich sah auch Pouchet (41) in neuester Zeit solche Regenerationszustände; da ihm aber die Arbeiten seiner Vorgänger unbekannt blieben, hielt er sie gleichfalls wieder für Jugendzustände, die auf eine besondere Art der Fortpflanzung zurückzuführen seien.

Wir haben früher die grosse Zartheit der Noctilucen kennen gelernt und gesehen, dass schon geringe mechanische Eingriffe ein Zusammenfallen der Blase oder ein Zerreissen der Blasenwand hervorrufen; unter diesen Verhältnissen zieht sich, wie wir fanden, das Plasmanetz, unter Ablösung von der Wand, auf das Centralplasma zurück und bildet um den Kern einen unregelmässigen Klumpen, welcher gewöhnlich aus der alten Blasenwand hervorquillt und sich von derselben trennt, wenn die Verletzung eine tiefergehende war. Gewöhnlich wird der Theil der Wand, welcher das Staborgan bildet, ziemlich unversehrt mitgenommen, was nicht unverständlich ist, da dieses Organ von einem jedenfalls nicht unwichtigen Theil des centralen Plasmas gebildet wird und eine gewisse Festigkeit besitzt, die bewirkt, dass es auch unter diesen Verhältnissen dem Plasmarest des Körpers eine Art Stütze gibt. Auch die Bandgeissel bleibt nicht selten erhalten. Wie es sich mit dem Peristom und seinen übrigen Organen verhält, lässt sich einstweilen nicht angeben, doch dürfte der Grad ihrer Erhaltung von Zufälligkeiten und dem Maass der Verletzung abhängen. Wie bemerkt, stellt der verbliebene Rest der Noctiluca einen unregelmässigen, dichten Plasmakörper dar, welchem das Staborgan entweder seiner ganzen Länge nach angefügt ist, oder über den es mit seinem einen oder beiden Enden stachelartig hinausragt. Letzteres tritt wohl dann ein, wenn der Umfang des verbliebenen Plasmakörpers ein geringer ist, sich also nur ein Theil des Plasmas erhielt.

Die Gestalt solcher verstümmelter Noctilucen ist zuweilen eine sehr eigenthümliche und konnte wohl zu falschen Beurtheilungen führen, so lange keine directe Beobachtung ihrer Entstehung vorlag, die erst Dönitz und Cienkowsky feststellten. Wie Cienkowsky zeigte, ist aber die Regeneration nicht an die Erhaltung irgend welcher äusserer Körperorgane gebunden, sondern kann auch von einem einfachen Plasmarest ausgehen. Ein Theil des durch Druck aus der Mundöffnung hervorgepressten Plasmas oder ein Plasmaklumpen, welcher sich im Inneren des Körpers ohne Theilnahme der Organe isolirte, kann sich wie die vorhin beschriebenen Reste regeneriren. Dass aber auch kernlose Plasmatheile im Stande sind, wieder eine vollständige Noctiluca sammt Kern zu entwickeln, wie Cienkowsky angibt, muss im Hinblick auf die jüngst von Nussbaum und Gruber angestellten Beobachtungen über die Regeneration der Infusorien und wegen allgemeiner Erwägungen zunächst als recht zweifelhaft betrachtet werden.

Es kommt nicht selten vor, dass das zur Regeneration schreitende Plasma in dem zusammengefallenen Rest der Blasenwand verbleibt und sich hier weiter entwickelt. Ob dies schon Busch beobachtete und dadurch zur Annahme innerer Keimbildung geführt wurde, lässt sich nicht feststellen. Metschnikow (s. bei Cienk.) hat solche Fälle zuerst sicher beobachtet und auch Pouchet (41) beschrieb neuerdings ähnliches, will sogar gelegentlich zwei solcher Plasmakugeln im Innern einer Blase

gefunden haben. Es ist ja auch möglich, dass eine solche Sonderung des Plasmas zuweilen vorkommt, doch recht unwahrscheinlich, dass sich beide Plasmareste regeneriren, da einer wahrscheinlich kernlos und daher wohl nicht regenerationsfähig ist. Immerhin wäre es auch denkbar, dass ein solcher Plasmarest gelegentlich eine vorläufige regelmässige Theilung erfahre und sich derart zwei junge Thiere aus einem ursprünglichen regenerirten.

Ueber den weiteren Gang der Regeneration ist nicht viel zu bemerken, auch im Ganzen nicht allzuviel bekannt. Zunächst wird die peripherische Schicht des dichten Plasmaklümpchens durch Auftreten zahlreicher kleiner Vacuolen schaumig, womit sich natürlich auch wieder eine deutliche Körperwand ausbildet. Indem diese Vacuolen sich vergrössern und durch Neubildung vermehren, fliessen sie schliesslich zusammen, was in der schon früher geschilderten Weise zur Bildung eines zur Wand ziehenden Plasmanetzes führt, während der nicht vacuolisirte Rest als Centralplasma verbleibt. Unter reichlicher Zunahme des Zellsaftes wächst die Noctiluca allmählich zu grösserem Umfang heran, wobei das Staborgan wieder ganz in die Körperwand aufgenommen wird, wenn es anfänglich über dieselbe vorragte. Die Neubildung fehlender Organe wird sich ohne Zweifel in der früher bei dem Theilungsprocess geschilderten Weise vollziehen.

G. Parasiten der Noctiluca.

Nur Pouchet (38) erwähnt ein in Noctiluca schmarotzendes Distomum, doch fehlt eine genauere Beschreibung dieses, wenn richtig, jedenfalls sehr interessanten Falles. Bei dieser Gelegenheit mag noch notirt werden, dass Robin die Oberfläche der Noctiluceen nicht selten mit Vorticellen besetzt fand und gelegentlich bemerkte, dass die Knospen von einer Ciliate (Uronychia) aus der Knospenscheibe weggefressen wurden, obgleich die beiden letzterwähnten Fälle nicht in das Gebiet des eigentlichen Parasitismus gehören.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

Date Due

SEP 11 1947